

# **Luova teknologiakasvatus ensimmäisellä luokalla**

## **-Tämä toimii! oppimiskokonaisuus ja sen teknologiaulottuvuudet**

Helsingin yliopisto  
Kasvatustieteiden maisteriohjelma  
Käsityönopettajan opistosuunta  
Pro gradu -tutkielma 30op  
Kasvatustiede  
Elokuu 2021  
AnnMari Holopainen

Ohjaaja: Kaiju Kangas



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Kasvatustieteellinen tiedekunta, Kasvatustieteiden maisteriohjelma		
Tekijä - Författare - Author Annmari Holopainen		
Työn nimi - Arbetets titel Luova teknologiakasvatus ensimmäisellä luokalla -Tämä toimii! oppimiskokonaisuus ja sen teknologiaulottuvuudet		
Title Creative technology education in the first class This works! learning entity and its technological dimensions		
Oppiaine - Läroämne - Subject Kasvatustiede		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma / Kaiju Kangas	Aika - Datum - Month and year 17.08.2021	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 60 + 0 liites.
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p><i>Tavoitteet.</i> Alkuopetuksen teknologiakasvatusta tulisi opettaa lasten kokemusmaailmaan sopivalla tavalla, sillä kokemusmaailmaa tukevan oppimisen on todettu edistävän oppimista ja laaja-alaisen tulevaisuuden taitojen omaksumista. Pienten oppilaiden kokemusmaailmaa tukevaan oppimiseen kuuluu vahvasti luovuuden hyödyntäminen oppimisen välineenä, jonka hyödyntämistä alkuopetuksen teknologiakasvatuksessa on tutkittu tähän mennessä vain vähän. Tämän tutkimuksen tehtävänä on lisätä tietoutta pienten oppilaiden luovasta teknologiakasvatuksesta ja avata luovaa toimintaa teknologiaulottuvuuksien avulla. Tutkimuksen tavoitteena oli saada yleiskuvaa luovan teknologiakasvatusprosessin näyttäytymisestä ja teknologiaulottuvuuksien esiintymisestä prosessin aikana.</p> <p><i>Menetelmät.</i> Tutkimusaineisto kerättiin kaikille Suomen ensimmäisen luokan oppilaille suunnatun, Teknolohiateollisuuden (2020) kehittämän, Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin aikana keväällä 2021. Tähän pro gradu -tutkimukseen osallistui Kymenlaakson keskisuuren kaupungin keskisuuren koulun yksi ensimmäinen luokka, jolla oli 19 oppilasta ja opettaja. Tutkimusaineisto kerättiin hyödyntämällä opettajan muistiinpanoja, tutkijan suoraa havainnointia ja videointia. Aineisto analysoitiin hyödyntämällä sähköistä Atlas.ti laadullisen aineiston sisällönanalyysi ohjelmaa.</p> <p><i>Tulokset ja johtopäätökset.</i> Tutkimustulokset esiteltiin Räsymattoanalyysin avulla. Alkuopetukseen suunnattu luova teknologiakasvatusprojekti edisti pienten oppilaiden teknologista tietoa ja taitoa, jonka myötä oppilaat kehittivät laaja-alaisia tulevaisuuden taitojaan. Teknologiaulottuvuudet olivat vahvasti läsnä kokonaisuuden aikana. Tutkimustulosten perusteella kokemusmaailmaa tukeva luova teknologiakasvatus, joka sisältää teknologiaulottuvuuksia edistää pienten oppilaiden laaja-alaisen taitojen kehittymistä.</p>		
Avainsanat - Nyckelord Alkuopetus, luovuus, luova teknologiakasvatus, teknologiakasvatus, teknologiaulottuvuus		
Keywords Primary education, creativity, creative technology education, technology education, technology dimension		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet)		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Educational Sciences		
Tekijä - Författare - Author Annmari Holopainen		
Työn nimi - Arbetets titel Luova teknologiakasvatus ensimmäisellä luokalla -Tämä toimii! –oppimiskokonaisuus ja sen teknologiaulottuvuudet		
Title Creative technology education in the first class -This works! –learning entity and its technological dimensions		
Oppiaine - Läroämne - Subject Educational science		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Master's Thesis / Kaiju Kangas	Aika - Datum - Month and year 17.08.2021	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 60. + 0 appendices
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p><i>Aims.</i> Technology education in the first grades of primary school should be taught to the world of children's experience because experiential learning has been shown to promote learning and the uptake of broad-based future skills. Creativity is utilized a lot in teaching that supports the experiential world of young children. Only little research has been done on the utilization of creativity in first-grade technology education in primary school. The aim of this study is to raise awareness of creative technology, education in the first grades of primary school and open up creative activities in technology dimensions. The aim of the study was to get an overview of creative technology education process and the occurrence of technology dimensions during that process.</p> <p><i>Methods.</i> The research material was collected in the spring of 2021 during a project aimed at all first-graders in Finland. The project called Tämä Toimii! is developed by the Technology industry (2020). One class of 19 students and a teacher participated in this study. The class was from a medium-sized school in a medium-sized city of Kymenlaakso. The research material was collected using the teacher's notes, the researcher's direct observation and video recordings. The material was analyzed using the electronic Atlas.ti qualitative material content analysis program.</p> <p><i>Results and conclusions.</i> The research results were presented using a Process-Rug analysis. A technology education project aimed at the first grades of primary school promoted the technological knowledge and skills of young pupils. As a result students developed a wide range of future skills. The technology dimensions were strongly present throughout the entity. Based on the research results, creative technology education that supports the world of experience and includes technological dimensions promotes the development of wide-ranging skills of young students.</p>		
Avainsanat - Nyckelord Alkuopetus, luovuus, luova teknologiakasvatus, teknologiakasvatus, teknologiaulottuvuus		
Keywords Primary education, creativity, creative technology education, technology education, technology dimension		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsinki University Library – Helda / E-thesis (theses)		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

# Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	TEKNOLOGIAKASVATUS OSANA PERUSOPETUSTA .....	4
2.1	Teknologiakasvatuksen tehtävä .....	4
2.2	Teknologiakasvatus perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa .....	5
3	LUOVA TEKNOLOGIAKASVATUS ALKUOPETUKSESSA .....	8
3.1	Alkuopetuksen teknologiakasvatuksen erityispiirteitä .....	8
3.2	Luovuus pienten oppilaiden teknologiakasvatuksessa .....	11
3.3	Teknologialuottavuudet alkuopetuksen luovan teknologiakasvatuksen jäsentäjänä .....	13
4	TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	20
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	21
5.1	Tutkimuksen konteksti ja kohderyhmä .....	21
5.2	Aineiston hankinta .....	26
5.3	Aineiston analysointi .....	28
6	TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTAA .....	35
6.1	Yleiskuva teknologiakasvatusprojektista .....	35
6.2	Teknologialuottavuudet luovassa teknologiakasvatusprojektissa .....	40
7	LUOTETTAVUUS .....	47
8	POHDINTAA .....	49
	LÄHTEET .....	53

Taulukko 1. Teknologialottuvuudet ja ulottuvuuksien sisällöt .....	14
Taulukko 2. Tämä toimii! -teknologiasvatusprojektin eteneminen, sisältö ja aineiston kuvaus.....	23
Taulukko 3. Teknologiasvatusprojektin luokittelussa hyödynnetyt sisältökoodit .....	29
Taulukko 4. Videoaineiston analysointivaiheet suhteessa tutkimuskysymyksiin .....	31
Taulukko 5. Teknologialottuvuuksien sisältö teknologiasvatusprojektissa .....	41
Taulukko 6. Teknologialottuvuudet teknologiasvatusprojektin tiedonetsintävaiheessa .....	43
Taulukko 7. Teknologialottuvuudet teknologiasvatusprojektin suunnittelu ja toteutusvaiheessa .....	44
Taulukko 8. Teknologialottuvuudet teknologiasvatusprojektin loppuunsaattamisvaiheessa .....	46
Kuva 1. Näyte luovan teknologiasvatusprojektin räsymatosta ja koodit värikoodattuina .....	33
Kuva 2. Viidakonkoirat -pienryhmän keskeneräinen kone.....	37
Kuva 3. Viidakonkoirat -pienryhmän valmis kone .....	37
Kuva 4. Teknologiasvatusprojektin räsymatot.....	38

# 1 Johdanto

Ympäriällämme on monimuotoisesti teknologiaa jokaisen ulottuvilla. Teknologian monimuotoisen yleistymisen myötä teknologia on läsnä ihmisen arjessa varhaisesta iästä alkaen. Mitä aikaisemmin teknologista tietoutta pyritään lisäämään, sitä paremmin se tukee kasvamista ympäröivään yhteiskuntaan. (esim. Rönkkö ym., 2021, 29). Teknologiseen ympäristöön tutustumisen tulisi käynnistyä jo varhaiskasvatuksessa ja asteittain lisääntyä perusopetuksen loppuun asti (Opetushallitus, 2014a; 2014b; 2018).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) on vahvistunut teknologian ja oppiainerajat ylittävien monialaisten oppimiskokonaisuuksien painotus opetuksessa. Teknologiaa esiintyy opetusta ja toimintakulttuuria ohjaavissa laaja-alaisissa tavoitteissa ja oppiaineiden sisällöissä. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien avulla tavoitellaan entistä laaja-alaisempaa oppimista ja ilmiölähtöisempää suuntaa oppimisen ymmärtämiseen. (Opetushallitus, 2014.) Perusopetuksessa (2014) teknologiakasvatuksella muodostetaan teknologian sisällöillä monialaista oppimista (de Vries, 2018).

Teknologiakasvatus tarjoaa mahdollisuuden tulevaisuudessa tarvittavien laaja-alaisen taitojen harjoitteluun ja kestäväns tulevaisuuden rakentamiseen monialaisilla ja toiminnallisilla sisällöillä sekä luovalla ongelmanratkaisulla (Rönkkö ym., 2021; Opetushallitus, 2014). Teknologiakasvatuksen avulla oppilaita johdatetaan oivaltamaan teknologian monimuotoisuutta ja mahdollisuuksia, mitä teknologialla oikeastaan tarkoitetaan ja kuinka sitä voidaan hyödyntää (Korhonen & Kangas, 2020, 166). Teknologiaosaajana omataan taitoa olla kriittinen ja kyseenalaistava teknologiaa kohtaan, osataan havainnoida ja tiedostaa teknologian määrää ympärillä, ymmärretään teknologista ympäristöä ja osataan soveltaa teknologiaa oman toiminnan tukena, luovuuden ja innovatiivisuuden työkaluna (Korhonen & Kangas, 2020, 164). Teknologian luova hyödyntäminen on yksi tärkeimmistä tulevaisuuden taidoista (Korhonen ym., 2020). Tukeaksemme lasten kehitystä tulevaisuudessa tarvittavia taitoja kohti,

tulee kasvatuksen ja koulutuksen edesauttaa luovaa teknologista toimintaa (McDonald & Howell, 2012).

Luova hyödyntäminen, tutkiminen ja innovointi ovat keskiössä alkuopetuksen teknologiakasvatuksessa. Pienten oppilaiden kohdalla luovaa teknologiakasvatusta on kuitenkin tutkittu vasta vähän. (Rönkkö ym., 2021.) Tässä pro gradu tutkimuksessa keskitytään alkuopetuksen teknologiakasvatukseen ja teknologian hyödyntämiseen luovan toiminnan välineenä ensimmäisellä vuosiluokalla. Teknologian hyödyntämistä luovan toiminnan välineenä tarkastellaan ja avataan Korhonen & Kangas (2020) kuvaamien teknologiaulottuvuuksien kautta. Teknologiaulottuvuuksilla selitetään teknologian ominaisuuksien hyödyntämistä luovalla tavalla (Korhonen & Kangas, 2020, 166). Teknologiaulottuvuudet sisältävät tietoa teknologisesta osaamisesta ja teknologian hyödyntämisestä luovan toiminnan välineenä (Kangas ym., 2021, 1). Tutkimuksen tehtävänä on selvittää kuinka luovuus ja teknologiaulottuvuudet toteutuvat pienten oppilaiden monialaisessa Tämä Toimii! – teknologiakasvatusprojektissa.

Tämä Toimii! –teknologiakasvatusprojekti on teknologiateollisuuden kehittämä Suomen ensimmäisille vuosiluokille suunniteltu kokonaisuus, jonka materiaalit ovat vapaasti opettajien saatavilla. Kokonaisuuden tarkoituksena on johdattaa pieniä oppilaita teknologiaosaamisen lähteille oppilaiden kokemusmaailmaan soveltuvalla tavalla; tarinallisesti ja leikillisesti tutkien. Leikillisyyden ja tarinallisuuden siivittämänä oppilaat kehittävät yhdessä laaja-alaisia taitojaan ratkaisemalla vastaan tulevia monialaisia ongelmia erehdysoppimista ja luovuutta hyödyntäen. Tämä Toimii! –teknologiakasvatusprojekti on uusi ja käytössä kouluissa ensimmäistä kertaa lukuvuonna 2020–2021. (Teknologiateollisuus, 2020.)

Tutkimuksen kohteena oli keskisuuren kaupungin keskisuuren koulun yksi ensimmäinen luokka, jonka oppilaat ja opettaja osallistuivat Tämä toimii! – teknologiakasvatusprojektiin. Tutkimusaineisto teknologiakasvatusprojektista kerättiin videoinnilla ja tutkijan suoralla havainnoinnilla. Videoinnilla ja tutkijan suoralla havainnoinnilla pyrittiin saamaan tietoa teknologiakasvatusprojektin

näyttäytymisestä ja teknologiaulottuvuuksien toteutumisesta. Kerätty aineisto analysoitiin kokonaisuudessaan hyödyntämällä sähköistä Atlas.ti laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysiohjelmaa, joka oli tarkoitettu teksti-, video-, ääni- ja kuva -aineiston analyysiin.

Kiinnostus alkuopetuksen luovaa teknologiakasvatusta kohtaan lähtee omista teknologiakasvatuksen opinnoista. Teknologian sisältöjen ja luovuuden yhdistäminen tuo teknologiakasvatukseen monipuolisia työskentelymahdollisuuksia, joiden vaikuttamista oppimiseen haluaisin erityisesti pienillä oppilailla selvittää. Tutkimusaiheen valintaan vaikutti myös aikaisemman tutkimuksen vähyys; luovaa teknologiakasvatusta ei ole pienten oppilaiden parissa vielä tutkittu riittävästi. Aikaisemman tutkimuksen vähyys loi tälle pro gradu -tutkimukselle merkityksellisyyttä ja tutkijana koin tutkimisen merkitykselliseksi. Tämä toimii! –teknologiakasvatuksen kokonaisuus (Teknologiateollisuus, 2020) mahdollisti mielenkiintoisen mahdollisuuden tutkia alkuopetuksen luovaa teknologiakasvatusta ja laajentaa tietoutta pienten oppilaiden luovasta teknologiakasvatuksesta.



## **2 Teknologiakasvatus osana perusopetusta**

### **2.1 Teknologiakasvatuksen tehtävä**

Teknologian määrä on kasvanut arjessamme viime vuosikymmeninä tuoden mukanaan uusia haasteita ja toimintatapoja (de Vries, 2018, 441). Monet mekaanista ajattelua ja työtä vaativat tehtävät ovat häviämässä, hävinneet tai muuttaneet muotoaan. Teknologia hoitaa mekaaniset prosessit ja meidän tehtävämme on ymmärtää ja kehittää teknologiaa. (Lonka, 2018, 56.) Teknologian monimuotoisen yleistymisen myötä teknologia on läsnä arjessa varhaisesta iästä alkanen. Lapsia tulisi rohkaista teknologian tutkimiseen monipuolisesti (Sundqvist, 2019)

Kasvatuksessa teknologiseen ympäristöön tutustumista tuetaan teknologiakasvatuksen avulla. Teknologiakasvatus on tulevaisuuteen suuntaavaa kasvatusta, joka kasvattaa monialaisilla sisällöillään laaja-alaisia taitoja, jotka tukevat 2000-luvun osaamista (Korhonen ym., 2020). Teknologiakasvatuksen avulla teknologista tietoutta, ymmärrystä ja hyödyntämistä kasvatetaan ikätasolle sopivalla tavalla (Opetushallitus, 2014, 16). Teknologiakasvatus aloitetaan varhaiskasvatuksessa, mutta pääpaino on perusopetuksessa (Opetushallitus, 2018; Opetushallitus, 2014). Toisinkuin monessa maassa, teknologiakasvatuksen sisältöjä on Suomen perusopetuksessa ripoteltuna osaksi kaikkia oppiaineita (de Vries, 2018, 441).

Ikätasosta riippumatta teknologiakasvatuksessa kannustetaan innovatiiviseen, tutkivaan, kokeilevaan ja soveltavaan toimintaan. Opettamisen keskiössä ovat oppilaat ja sisältöalueita lähestytään oppilaiden kiinnostuksen kohteista tutkimalla arkielämän ongelmia ja kehityksen kohtia. (Kokko ym., 2019, 12). Sisältötavoitteisiin liittyy teknologinen ympäristö, teknologian vaikutukset ja vaarat, teknologian kohtaaminen kriittisesti ja eettisesti, teknologian ominaisuudet ja rakenteet, sekä teknologian luova hyödyntäminen ja kehittäminen (Korhonen & Kangas, 2020, 164–165; Opetushallitus, 2014). Sisältöjen opetuksessa hyödynnetään STEAM (science, technology, engineering, arts and mathematics) pohjaista tieteeseen, teknologiaan,

rakentamiseen, muotoiluun ja taiteeseen, sekä matematiikkaan kohdistuvaa toimintaa, joka tukee moniulotteista ja luovaa ongelmanratkaisua kädentaitoja hyödyntäen (Rönkkö ym., 2021, 30). Oppimista tuetaan vuorovaikutteisella tiimityöskentelyllä, missä ideoita kehitetään ja jalostetaan (Yrjönsuuri ym., 2019).

Teknologiakasvatuksen sisällöt muovautuvat aktiivisesti ympäröivän yhteiskunnan vaikutuksesta (Korhonen & Kangas 2020, 167). Tulee muistaa, että kaikki teknologia on ihmisen luomaa. On tärkeää oivaltaa, että jokainen teknologiaa hyödyntävä pystyy vaikuttamaan teknologian kehityssuuntiin omilla valinnoillaan. (Rönkkö ym., 2021). Yhdessä sisällöt tarjoavat kattavat avaimet arkeen, ympäröivään maailmaan sekä tulevaisuuden työelämään (Korhonen & Kangas, 2020, 167).

## **2.2 Teknologiakasvatus perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa**

Suomen perusopetuksen opetussuunnitelmassa (2014) teknologiakasvatusta on integroituna oppiaineiden sisältöihin ja tavoitteisiin jokaisella luokkatasolla (de Vries, 2018, 441; Opetushallitus, 2014). Teknologiakasvatuksen teemoja esiintyy opetusta ohjaavissa laaja-alaisissa tavoitteissa ja oppiainekohtaisissa tavoitteissa. Sisältöjen laajuus riippuu oppiaineesta. Oppiainekohtaisesti teknologiaa on eniten matemaattis-luonnontieteellisissä oppiaineissa sekä käsityössä, jossa sitä on monipuolisimmin. Yleisesti tarkastellen teknologiakasvatuksen sisällöt keskittyvät tieto- ja viestintäteknologiseen osaamiseen, ohjelmoinnilliseen ajatteluun, teknologiseen toimintaan ja robotiikkaan. Teknologiaa hyödynnetään osana oppimista, oppimisen välineenä ja oppimisen kohteena. (Opetushallitus, 2014.) Teknologiaa ovat kaikki ihmisen luomat, kokonaan tai osittain automatisoidut tuotteet, palvelut, esineet, työkalut ja järjestelmät. Kaikkia näitä voidaan hyödyntää osana teknologian opetusta. (Korhonen & Kangas, 2020, 164.)

Perusopetuksen opetussuunnitelmassa teknologiakasvatuksen sisältöjä on monipuolisimmin käsityöopetuksessa, sillä käsityöopetuksen luonne ja

merkityssisältö mahdollistavat luovan ja innovatiivisen otteen teknologiaan laajemmin kuin muut oppiaineet (Kokko ym., 2019, 12; Opetushallitus, 2014.) Käsityön opetus on luonteeltaan innovatiivista, tutkivaa ja kehittävää toimintaa. Kokonaisen käsityöprosessin avulla teknologiseen toimintaan voidaan sisällyttää tuotteen ideoimisen ja suunnittelun, toteuttamisen, reaaliaikaisen dokumentoinnin ja arvioinnin teknologianulottuvuudet (Opetushallitus, 2014).

Teknologiaa voidaan tarkastella osana yksittäisiä oppiaineita tai osana monialaisia oppimiskokonaisuuksia. Monialaisissa kokonaisuuksissa teknologiaa on mahdollista lähestyä ilmiönä useasta eri näkökulmasta tutkivalla otteella. Eheästi toteutettu ilmiöpohjainen monialainen oppimiskokonaisuus edistää perusopetukselle luotujen tavoitteiden saavuttamista ja kehittää kattavasti oppilaiden laaja-alaisia tulevaisuuden taitoja. (Opetushallitus, 2014, 31–32.) Laaja-alaiset taidot muodostavat tiedon, taidon, arvojen ja asenteiden kokonaisuuden, jotka yhdessä tukevat selviytymistä ja tapaa toimia kehittyvässä yhteiskunnassa. Laaja-alaisia taitoja on seitsemän; L1 ajattelu ja oppimaan oppiminen, L2 kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu, L3 itsestä huolehtiminen ja arjen taidot, L4 monilukutaito, L5 tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen, L6 työelämäntaidot ja yrittäjäyys, L7 osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävän tulevaisuuden rakentaminen. (Opetushallitus, 2014, 20).

Tämä tutkimus kohdistuu alkuopetuksen teknologiakasvatukseen, jossa tavoitteena on opetella toimimaan teknologisoituneessa arjessa. Ympäriällä olevaan teknologiseen ympäristöön tutustutaan yhdessä pienin askelin havainnoimalla, ihmettelemällä, tutkimalla ja pohtimalla. Tutustumisen tavat pidetään leikillisinä ja opetuksessa hyödynnetään tarinoita ja mielikuvitusta. Teknologian opetteluun ja käyttöön liittyvistä kokemuksista ja heränneistä ajatuksista keskustellaan aktiivisesti. (Opetushallitus, 2014.) Yhteistoiminnallisen oppimisen tukena toimiva keskusteleva ote on tärkeää pienillä oppilailla kokonaisvaltaisen ymmärtämisen mahdollistamiseksi (Härkki ym., 2018, 4). Vähitellen mukaan otetaan teknologian käytön opettelua, mutta luova ja tutkiva ote säilyy. Teknologian käytön painopisteenä kaikissa oppiaineissa on opetella tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämistä opiskelun välineenä. Tieto- ja viestintäteknologiaan kuuluu laitteiden, ohjelmistojen ja palveluiden

toimintaperiaatteisiin tutustuminen ja käytön harjoittelu, sekä perehtyminen niihin liittyviin turvallisiin ja vastuullisiin toimintatapoihin. (Opetushallitus, 2014, 101.)

Tieto- ja viestintäteknologian käytön opettelun lisänä ovat oppiainekohtaiset tavoitteet teknologian hyödyntämiseen. Osana matematiikkaa tutustutaan alkeisohjelmointiin ja ohjelmoinnilliseen systemaattiseen ajatteluun. Ympäristöoppi vuorostaan kannustaa oppilaita tutkimaan monipuolisesti arjen teknologiaa. Kuvataiteessa, musiikissa ja käsityössä teknologiaa pyritään hyödyntämään tuottamisen keinoina. Käsityössä teknologian sisältöjä esiintyy eniten eri näkökulmista. Käsityössä toteutetaan teknologiaan perustuvaa toimintaa, ymmärretään, arvioidaan ja kehitetään teknologisia sovelluksia sekä omaksutaan teknologiaa osaksi arkea luovuutta apuna käyttäen. (Opetushallitus, 2014, 129-146.)

### **3 Luova teknologiakasvatus alkuopetuksessa**

#### **3.1 Alkuopetuksen teknologiakasvatuksen erityispiirteitä**

Alkuopetuksen sisältötavoitteissa kannustetaan tutkimaan tiedettä, materiaaleja ja rakenteita, valmistusprosessin ja tuotteiden taustoja, luovaa suunnittelua ja tekemistä, sekä ongelmanratkaisua eri teemojen kautta (Kangas ym., arvioitavana; Opetushallitus 2014). Tutkivaan oppimiseen kuuluu asioiden tarkasteleminen ja havainnointi, kyseenalaistaminen ja pohtiminen sekä ennakointi ja arviointi (Rönkkö ym., 2021, 31). Teknologiakasvatuksella nämä sisällöt on tavoitettavissa teknologista toimintaa opettavien kokonaisuuksien myötä. Teknologiakasvatuksen STEAM pohjainen sisältö tarjoaa mielikuvituksen ja luovuuden sävyttämänä mahdollisuuden tieteen, teknologian, toiminnan ja rakenteiden, taiteen, sekä matematiikan tutkimiseen teknologisen toiminnan välityksellä. (Yrjönsuuri ym., 2019.)

Alkuopetuksen teknologiakasvatuksen tehtävänä on tutustuttaa oppilaat arjessa ja ympäristössä monipuolisesti esiintyvän teknologian pariin (Opetushallitus, 2014). Rönkkö ym. (2021) kuvailevat teknologisen ympäristön ymmärtämisen ja tutkimisen auttavan teknologisessa monilukutaidossa, jolloin pienet oppilaat oppivat olemaan kriittisempiä teknologista tietoa kohtaan ja kasvattamaan ajattelun ja oppimaan oppimisen taitojaan teknologiaa kohtaan. Alkuopetuksen teknologiakasvatuksen tavoitteena on, että oppilaat oppisivat soveltamaan jo opittuja teknologisia taitojaan osaksi uutta teknologista toimintaa (Rönkkö ym., 2021, 31). Tämän myötä oppilaat oppisivat ratkaisemaan arjen ongelmia luovasti teknologian avulla (Opetushallitus, 2014).

Alkuopetuksen teknologiakasvatus opettaa teknologista monilukutaitoa ja teknologista soveltamista, mutta sen lisäksi teknologiaan ja teknologisiin välineisiin tutustuminen varhaisessa vaiheessa edesauttaa hienomotoriikassa, kielellisessä tunnistamisessa, matemaattisissa kyvyissä, oppimisen jaottelussa, kognitiivisissa kyvyissä, itsetunnossa, sosiaalisissa taidoissa ja koulusta selviytymisessä (McDonald & Howell, 2012, 136). McDonaldin ja Howellin (2012, 137) mukaan lapset, jotka aloittavat teknologiaan tutustumisen varhaisessa

vaiheessa kehittävät eri tiedon omaksumisen taitojaan ja oivaltavat kielellisiä sekä matemaattisia taitoja tehokkaammin kuin lapset, joiden teknologisten taitojen kehittäminen on aloitettu myöhemmässä iässä.

Alkuopetuksen teknologiakasvatuksen keskittyminen pääosin käsityön oppisisältöihin tarjoaa mahdollisuuden teknologiakasvatuksen tutkivan otteen yhdistämisen luovaan käsillä tekemiseen (Korhonen ym., 2020). Tutkivan otteen ja luovan käsillä tekemisen yhdistäminen tukee teknologista oppimista, sillä käsillä tekeminen mahdollistaa pienten oppilaiden luontaista taipumusta mielikuvitukseen, luovuuteen, keksimiseen ja kokeilemiseen teknologiakasvatusprosessissa (Rönkkö ym., 2020, 31). Tämä myös edistää elinikäistä oppimista ja mielenkiintoa uuden kehittämistä kohtaan (Lahtinen, 2017, 30). Rönkkö ym. (2021) mukaan käsillä tekemistä ja tutkivaa otetta hyödyntämällä oppilaat pääsevät määrittämään ja ratkaisemaan, kokeilemaan ja suunnittelemaan, sekä valmistamaan luovasti oman oppimansa perusteella syntyvän teknologisen tuotteen, joka heijastaa omaa ja ryhmän teknologista osaamista.

Teknologiakasvatuksen opetusta lähestytään lasten kokemusmaailmaan sopivalla tavalla. Kokemusmaailmaa tukemalla oppilailla on suotuisin mahdollisuus käsittää, tutkia, kokeilla, tulkita ja ymmärtää opittavaa asiaa, sekä maailmaa yleensä. (Rönkkö ym., 2021, 31.) Kokemusmaailmaa tukevassa opetuksessa mahdollistetaan ja hyödynnetään mielikuvituksellisuutta ja tarinallisuutta, havainnollisuutta ja toiminnallisuutta, itseilmaisua ja leikillistä toimintaa, sekä merkityksellistä keskustelua yhteisöllisyyttä tukien (Rönkkö ym., 2021, 29). Opetuksessa tavoitellaan aktiiviseen toimintaan, innovatiivisiin ratkaisuihin ja kokeilevaan toimintaan johtavia oppimistehtäviä, joissa hyödynnetään ryhmätyöskentelyä (Korhonen & Kangas, 2020, 12). Työskentely toteutetaan usein ryhmätyöskentelynä teknologiakasvatuksen monipuoliseen toimintaan mahdollistavan luonteen myötä (Yliverronen ym., 2021, 1). Teknologiakasvatus tarjoaa pienille oppilaille monipuolista kokemuspintaa ryhmässä toimimisesta, sillä alkuopetuksessa ryhmätyöskentelyä on vähän verraten seuraaviin luokka-asteisiin. (Yliverronen ym., 2021, 1; Opetushallitus, 2014.) Lasten kokemusmaailmaan yhdistämällä alkuopetuksen

teknologiakasvatus mahdollistaa monivivahteiseen ja luovaan ongelmanratkaisuun painottuvan tutkimusmatkan, missä tutkiva oppiminen ja luova käsillä tekeminen yhdistyvät STEAM pohjaisesti (Rönkkö ym., 2021, 29).

Pienten oppilaiden kokemusmaailmaan pohjautuvassa teknologiakasvatuksessa olennaisessa osassa koko prosessin tapahtumia on luovuutta ja mielikuvitusta hyödyntävä leikillisuus (Stylianidou ym., 2018). Lapset hyödyntävät leikkiä käsittääkseen ympärillä tapahtuvia sosiaalisia ja kulttuurillisia tapahtumia, kommunikoidakseen ja osoittaakseen ymmärrystään, sekä kehittääkseen tietouttaan ja taitojaan (Wood & Hall, 2011, 268). Koulussa leikillä tuetaan oppimisen merkityksellisyyttä ja mahdollistetaan muuntautumiskykyinen, tutkiva, kokeileva ja luovaa tilanne, jota oppilaat pystyvät itse muuntamaan haluamaansa suuntaan opittavan asian puitteissa. Oppimista tukevalla leikillisyydellä tulee aina olla jokin päämäärä. (McDonald & Howell, 2012, 137; Wood & Hall, 2011, 269.)

Alkuopetuksessa tutkivan oppimisen hyötyjä ja hyödyntämistä luovan toiminnan yhteydessä positiivisena tekijänä on tutkittu paljon (Rönkkö ym., 2021, 31). Yksi merkittävimmistä tutkimuksista aiheen parissa on Stylianidou ym. (2018) luoma taustatutkimus, joka osoittaa, että tutkiva oppiminen yhdistettynä luovaan toimintaan mahdollistaa uuden kehittämistä ja -oppimista tiedepainotteisessa alkuopetuksessa. Seuraavassa luvussa (4) käsitellään laajemmin luovuuden merkityksestä alkuopetuksessa ja luovuuden hyödyntämistä alkuopetuksen teknologiakasvatuksessa.

### **3.2 Luovuus pienten oppilaiden teknologiakasvatuksessa**

Vygotskyn (2004) mukaan luovuus on jokaisen ihmisen synnynnäinen taito. Taito luovuuteen kuitenkin heikkenee aktiivisen hyödyntämisen puuttuessa (Duffy, 2006, 12). Luovuudella tarkoitetaan uuden innovointia mielikuvituksellisesti ja omaperäisesti (Lahtinen, 2017, 25). Hyödyntämällä luovuutta mahdollistetaan alkulähde taiteelle, tieteelle ja teknologialle (Lindqvist, 2003, 249). Perusopetuksen laaja-alaisten tulevaisuuden taitojen yksi sisällöistä on luovuuden hyödyntämisen taito (Opetushallitus, 2014). Tukeaksemme lasten kehitystä tulevaisuudessa tarvittavia taitoja kohti, tulee kasvatuksen ja koulutuksen edesauttaa luovaa ajattelua tukevaa toimintaa (Duffy, 2006, 12).

Vygotskyn (1995) kertoo mielikuvituksen mahdollistavan luovuuden ja uuden luomisen. Lapsilla mielikuvitus on vahva osa arjen tilanteita ja on apuna uuden ymmärtämisessä, kokemisessa ja uusien yhteyksien luomisessa (Duffy, 2006, 9). Mielikuvituksen hyödyntäminen alkuopetuksen oppimisen välineenä tukee uuden taidon ja tiedon omaksumista, sekä edesauttaa persoonallisuuden kehityksessä. (Vygotsky, 2004.) Erityisesti leikki oppimisen välineenä mahdollistaa luovuutta (McDonald & Howell, 2012, 137).

Luova toiminta pohjautuu aikaisemmin koetulle, kuullulle tai nähdylle. Mitä enemmän lapsella on aikaisempaa kokemusta aiheesta, sitä paremmin hän pystyy hyödyntämään mielikuvitustaan kehittävässä toiminnassa ja luomaan uutta. (Vygotsky, 2004.) Alkuopetuksen luovassa teknologiakasvatuksessa on tärkeää pohjustaa luovaa toimintaa ja ajattelua tutkien, kysellen, ja ihmetellen monipuolisesti, jotta oppilailla olisi mahdollisimman hyvät lähtökohdat oman teknologiaprojektin ideoimiseen, suunnitteluun ja toteuttamiseen (Korhonen ym., 2020).

Cremin ym. (2015, 5) mukaan alkuopetuksessa hyödynnetty luovuus oppimisen välineenä ja alkuopetuksen teknologiakasvatus jakavat monia samoja piirteitä. Molemmat tukevat pienelle oppilaalle ominaista tapaa tutkia ja merkityksen antoa omalle ideoimiselle, suunnittelulle ja toiminnalle. Luova oppiminen ja



teknologiakasvatus yhdessä tukevat kokonaisvaltaisesti alkuopetuksen oppimiselle asetettuja tavoitteita; luova teknologiakasvatus tuo oppimiseen mukaan leikillisyyttä ja tutkivaa otetta, mahdollistaa motivoivaa työskentelyä ja merkityksellistä toimintaa, oppiminen on keskustelevaa ja yhteistoiminnallista, oppilaat pääsevät ratkaisemaan ongelmia kyseenalaistavasti ja uteliaasti, sekä omaksumaan kykyä arvioida työskentelyä ja antamaan toiminnalleen merkitystä. (Cremin ym., 2015, 5.)

Korhosen ym. (2020, 165) mukaan alkuopetuksen teknologiakasvatuksen opettaminen luovuutta tukevalla lähestymistavalla auttaa teknologiakasvatuksen kokonaisuuden hahmottamisessa, sekä kasvattaa ymmärrystä teknologian sisältöjen monipuolisuudesta ja mahdollisuuksista. Tutustuessa teknologian mahdollisuuksiin ja hyödyntämiseen luovan toiminnan välineenä, opitaan sekä teknologian hyödyntämismahdollisuuksien rajattomuudesta sekä näkemään muitakin, kuin ennalta määrättyjä ratkaisuja. Luovan otteen avulla rakennettu ympäristö ja innovaatiot nähdään ennakkoluulottomasti ja rohkeasti osana ihmisen toimintaa. (Korhonen & Kangas, 2020, 168.)

Teknologian luovaa hyödyntämistä voidaan lähestyä koululta valmiiksi löytyviä materiaaleja ja välineitä hyödyntämällä (Korhonen ym., 2020). Teknologiset laitteet pysyvät vielä sivuosassa (Rönkkö ym., 2021, 29). Työskentelyssä voidaan käyttää esimerkiksi taito- ja taide aineiden keinoja, kuten käsityön materiaaleja, - välineitä tai askartelua. (Korhonen ym., 2020). Teknologisten laitteiden toimintaperiaatteisiin eli ohjelmointiin taas voidaan tutustua ohjelmoinnillisen ajattelun kautta (Rönkkö ym., 2021, 29).

Alkuopetuksen luovien teknologiakasvatusprojektien suunnittelu, toteutus ja viestiminen muistuttavat alkuopetuksen käsityön suunnittelu-, toteutus- ja viestintäprosesseja. Molemmissa suunnittelu on tärkeässä asemassa toteutusvaihetta, dokumentointi kulkee mukana prosessinomaisesti ja käsillä tekeminen on avainasemassa. Käsityössä olennaista on myös samankaltaisesti tutkia, keksiä ja kokeilla erilaisia valmistustapoja ja materiaaleja (Rönkkö ym., 2021, 32). Alkuopetuksen teknologiakasvatusprojektissa sekä käsityössä luovan käsillä tekemisen tuloksena syntyy usein teknologista tietoa ja taitoa kuvaava

tuote (Kangas ym., 2021, 1). Alkuopetuksen luova teknologiakasvatus sijoitetaan, muun teknologiakasvatuksen lailla, usein osaksi käsityön oppisisältöä (Rönkkö, 2021, 32.) Käsityö on alkuopetuksen oppiaineista sellainen, jossa voidaan helpoiten luovasti hyödyntää teknologiaa, sillä käsityön luonne mahdollistaa uuden luomista ja kehittämistä (Opetushallitus, 2014). Käsityön luonne korostaa tutkivaa, innovatiivista ja keksivää toimintaa, mikä perustuu käsityöilmaisuuksiin, muotoiluun ja teknologiaan (Kokko ym., 2019, 15). Käsityössä luovan teknologisen työskentelyn mahdollistavat suunnitteluprosessi ja aina saatavilla olevat monipuoliset työstövälineet, joiden avulla teknologiaa pystytään hyödyntämään, kehittämään ja luomaan monipuolisesti (Kokko ym., 2019, 12; Opetushallitus, 2014, 146).

### **3.3 Teknologiaulottuvuudet alkuopetuksen luovan teknologiakasvatuksen jäsentäjänä**

Korhonen & Kangas (2020) hyödyntävät luovan teknologiakasvatuksen jäsentämisessä oppimisen teknologiaulottuvuuksia, joita tässä pro gradu tutkielmassa sovelletaan alkuopetuksen kontekstissa. Teknologiaulottuvuudet sisältävät tietoa teknologisesta osaamisesta ja teknologian hyödyntämisestä luovan toiminnan välineenä (Kangas ym., 2021, 1). Ulottuvuudet sisältävät monipuolista ajattelua opettavaa toimintaa, muodon hahmottamista, toiminnan ja rakenteen hahmottamista, älyllistä oivaltamista ja tiedon esille tuomista (Korhonen & Kangas, 2020, 170–171). Tässä pro gradu tutkielmassa teknologiaulottuvuuksia hyödynnetään erityisesti pienten oppilaiden luovan teknologiakasvatusprojektin avaamisessa ja tutkitaan ulottuvuuksien esiintymistä, sekä toteutumista luovan teknologiakasvatusprojektin aikana. Ulottuvuuksien avulla voidaan Korhosen ym. (2020) mukaan tarkastella projektin lisäksi käsillä tekemisen tuloksena syntyvään tuotteeseen liittyvää suunnittelua, ominaisuuksia, valmistusta ja viestimistä.

Alkuopetuksen teknologiakasvatusprojekteissa tulee lähteä liikkeelle oppilaiden osaamisen tasolta, jotta oppiminen olisi sopivan haasteellista ja kehittävää (Rönkkö ym., 2021). Oppimiskokonaisuuden teknologiaulottuvuuksia

suunnitellessa tulee oppilaiden tieto- ja taitotaso ottaa huomioon (Korhonen & Kangas ym., 2020, 169). Ilman perustaitoja on ratkaisujen jalostaminen hankalaa. Korhosen & Kankaan (2020, 169) mukaan teknologiaulottuvuuksien opettamisen ei kuitenkaan tarvitse edetä järjestyksessä yksinkertaisesta monimutkaiseen. Ulottuvuuksien sisältöjä voidaan valita projektikohtaisesti soveltaen eri vaikeustasoja. Oppilaiden tieto- ja taitotasojen perusteella valitaan mitä teknologian ulottuvuuksista halutaan painottaa ja mitä taitoja oppia.

Teknologiaulottuvuuksia hyödyntävän oppimiskokonaisuuden sisältö jaetaan teknologisen tuotteen suunnitteluun ja toteuttamiseen sekä teknologiakasvatusprosessista viestimiseen. Nämä etenevät rinnakkaisina kokonaisuuksina lähes koko prosessin ajan. Teknologiaulottuvuuksia on yhteensä viisi; muoto, toiminta, tekniikat ja materiaalit, äly, sekä dokumentointi ja viestintä. (Korhonen & Kangas, 2020, 170.) Suunnittelussa ja toteuttamisessa hyödynnettävä teknologinen osaaminen muodostuu tuotteeseen liittyvästä muodosta, toiminnasta, älystä sekä tekniikoista ja materiaaleista. Näiden rinnalla kulkeva projektista viestiminen muodostuu dokumentointiin liittyvästä teknologisesta osaamisesta ja prosessin näkyväksi tekemisestä. (Kangas ym., 2021, 2.)

Taulukko 1. Teknologiaulottuvuudet ja ulottuvuuksien sisällöt

<b>Muoto</b>	<b>Toiminta</b>	<b>Äly</b>	<b>Tekniikat ja materiaalit</b>	<b>Viestintä ja dokumentaatio</b>
Luonnostelu ja muovailu	Rakenteet	Alkeisohjelmointi	Askartelu	Kuvat ja videot
Mittapiirroksot ja projektiot	Mekaniikka	Visuaalinen ohjelmointi	Käsin työstäminen	Kuvan ja tekstin yhdistäminen
Mallinnus	Elektroniikka	Tekstipohjainen ohjelmointi	Koneilla työstäminen	Portfoliot ja pilvipalvelut
Teknologioiden yhdistäminen	Mekaniikan ja elektroniikan yhdistäminen	Ohjelmoinnin ja robotiikan hyödyntäminen	Materiaalien ja tekniikoiden yhdistäminen	Nettisivut ja some

(Korhonen & Kangas, 2020, 171)

Tuotteen suunnitteluprosessi koostuu useasta vaiheesta. Suunnittelu koostuu tehtäväalueiltaan muodon ulottuvuuden teemoista, mutta erityisesti suunnittelun ideoinnin vaiheessa muutkin teknologiaulottuvuudet ovat läsnä. Muodon

ulottuvuudessa osaamisen tavoitteena on oivaltaa mitä teknologioita ideoinnissa, suunnittelussa ja mallintamisessa on mahdollista hyödyntää. (Korhonen & Kangas, 2020, 73.) Suunnittelun eri vaiheisiin liittyy avointen moniulotteisten ongelmien esiintyminen, jotka voivat kohdistua esimerkiksi luovaan ongelmanratkaisuun, yksityiskohtiin, luonnosteluun tai materiaalisiin kokeiluihin. (Korhonen & Kangas, 2020, 172; Seitamaa-Hakkarainen & Laamanen, 2014, 4) Nuutisen (2014) sanoin suunnittelu prosessi on eläväinen. Yksityiskohtia voidaan palata muokkaamaan ongelmien tai uusien näkökulmien ilmetessä, jolloin prosessi ikään kuin elää uusien muuttujien vaikutuksesta (Nuutinen, 2014, 13–14). Seitamaa-Hakkarainen ja Laamanen (2004, 3) vuorostaan kuvailevat suunnitteluprosessia iteratiiviseksi ja spiraalimaiseksi. Heidän mukaansa prosessin vaiheet voivat limittyä tai sekoittua, edetä sulavasti kohti valmista, edetä välillä takaisin päin palaten tai kaikkea edellä mainittua.

Suunnittelu käynnistetään tehtävänannon mukaisella ideoinnilla, joka on olennainen osa suunnittelua (Seitamaa-Hakkarainen & Laamanen, 2014). Pienten oppilaiden suunnittelussa ideointia toteutetaan ympäristön ihmettelyllä ja tutkimisella, etsitään erilaisia muotoja, toimintaa, älyä sekä tekniikoita ja materiaaleja. Pohditaan, millaisia ominaisuuksia valmistettavassa tuotteessa voitaisiin hyödyntää. Innovoidaan mahdollisia teknologisia ratkaisuja, pohditaan mitä olisi mahdollista toteuttaa ja miten, sekä kokeillaan niitä. (Korhonen & Kangas, 2020, 173.) Ideoinnissa leikillisuus on tärkeä tiedon omaksumista tukeva elementti (McDonald & Howell, 2012, 137). Ideoinnissa tehtyjen havaintojen perusteella luodaan varsinainen suunnitelma, jonka perusteella projektin työstäminen käynnistyy; lähdetään toteuttamaan valittuja ratkaisuja, ja tarpeen mukaan kehittämään edelleen valmista projektia kohti (Korhonen & Kangas, 2020, 173).

Suunnittelu pohjustaa valmistusvaihetta perusteellisesti, jotta valmistusvaihe sujuisi mahdollisimman sujuvasti. Suunnitelman puuttuessa suunnittelija kohtaa valmistusvaiheessa enemmän haasteita. (Seitamaa-Hakkarainen & Laamanen, 2004, 4.) Toisin sanoen suunnittelun tehtävänä on toimia ajatusten selkeyttäjänä (Nuutinen 2014, 13). Teknologian määrä suunnittelussa riippuu oppilaiden ikä- ja taitotasosta. Muodon visuaalisessa hahmottamisessa ja suunnittelussa voidaan

hyödyntää muun muassa käsin ja teknologisten ohjelmien avulla piirtämistä, luonnostelua, 3D muovausta tai hahmomalleja. (Korhonen & Kangas, 2020, 175.) Pienillä oppilailla piirtäminen toimii tehokkaana suunnittelu muotona, sillä piirtäminen on yksi leikin muodoista (Wood & Hall, 2011, 270). Kun on opittu hyödyntämään yksinkertaisia suunnittelumuotoja, kuten käsin piirtämistä innovoinnin ja keskustelun apuna, voidaan siirtyä teknologiaa sisältäviin suunnittelun tapoihin. (Korhonen & Kangas, 2020, 173.)

Karkeasti jaettuna suunnittelu prosessi jaetaan visuaalisen ja teknisen suunnittelun vaiheeseen (Korhonen & Kangas, 2020, 172). Suunnittelun visuaalisessa osassa lähdetään suunnittelemaan tuotteen ulkonäköä. Korhosen ym. (2020) mukaan tehtävänä on pohtia visuaalisia ominaisuuksia ja määrittää minkä muotoinen tuotteesta halutaan. Lähdettäessä pohtimaan muodon mittoja yksityiskohtaisesti, siirrytään teknisen suunnittelun vaiheeseen. Suunnittelumenetelmät pysyvät samoina, mutta mukaan tulee mittojen ja koon hahmottamista, suunnittelua ja mittapiirrosten tekoa sekä muodon tarkastelua avaruudellisesti eri suunnista. (Korhonen & Kangas, 2020, 174.)

Seitamaa-Hakkaraisen ja Laamasen mukaan (2014, 3) opettajan tulee sisäistää suunnittelun merkitys ja mahdollistaa monipuolisten suunnittelukeinojen hyödyntäminen. Hänen tulee perehtyä suunnitteluprosessin lähtökohtiin ja tiedostaa, sekä sisäistää suunnittelua rajaavat tekijät, jotta tehtävänanto tukisi mahdollisimman hyvin oppilaiden luovan teknologiakasvatusprosessin käynnistämistä. Hyvin pohjustettu luova suunnittelutehtävä mahdollistaa oppilaiden oman mielikuvituksen hyödyntämisen. Suunnitteluprosessin eteneminen alkaa samoista lähtökohdista, mutta etenee oppilaiden mielikuvituksen mukaan yksilöllisesti eri suuntiin. (Seitamaa-Hakkarainen & Laamanen, 2004, 3.)

Toiminnan ulottuvuuden keskeisimpiä sisältöjä ovat kappaleiden rakenteet ja toiminnot sekä niiden rooli ja merkitys tuotteen toimivuudelle. Tavoitteena on oivaltaa millaiset rakenteet tukevat parhaiten haluttua päämäärää ja millaisia elektronisia ja mekaanisia toimintoja tuotteeseen kannattaa sisällyttää. Pohtimisessa kiinnitetään huomiota kappaleiden kannalta merkityksellisimpien

rakenteiden ja elementtien löytämiseen. (Korhonen & Kangas, 2020, 175–176.) Pienillä oppilailla toimintaa on hyvä lähteä tutkimaan havainnoimalla ympärillä olevien kappaleiden rakenteita ja eri toimintamekanismeja. Valmiita rakenteita ja toimintamalleja tutkimalla ja rakentamalla opitaan hallitsemaan rakentamisen perustaitoja. (Korhonen & Kangas, 2020, 176–177.)

Ulottuvuuksista äly pitää sisällään aihepiirin tuotteen toiminnan ohjauksesta. Toiminnan ohjaukseen liittyy ohjelmoinnin ja robotiikan hyödyntäminen, mistä yleisimmin käytetään visuaalisesti ohjelmoitavia välineitä. Ennen visuaalisesti ohjelmoitaviin välineisiin ja muihin vaikeammin ohjelmoitaviin välineisiin siirtymistä, tulee ohjelmoinnin perusteet olla hallussa. (Korhonen ym. 2020, 178.) Pienten oppilaiden teknologiakasvatusprojekteissa äly ei ole välttämätön konkreettisina ohjelmoitavina välineinä. Teknologiset laitteet ovat vasta sivuosassa. (Rönkkö ym. 2021, 29.) Ohjelmoinnilliseen ajatteluun tutustuminen sen sijaan on keskiössä. (Korhonen ym. 2020, 178.)

Ohjelmoinnillisen ajattelun opettelemisen tarkoituksena on kehittää loogista ajattelukykyä. Opitaan ymmärtämään, miksi jokin toimii niin kuin se toimii. (Korhonen ym. 2020, 178.) Korhosen ym. (2020) mukaan opitaan ohjelmoinnillisesta taustasta. Loogiseen ajatteluun voidaan lähteä tutustumaan ohjelmoimalla toista ihmistä muodostamalla komentoketjuja, eli toimintaa ohjaavia ohjeita liikkumiseen. Toisen ihmisen toiminnan ohjauksessa huomataan, kuinka tarkka käskyketjun tulee olla halutun toiminnon aikaansaamiseksi. (Korhonen ym. 2020, 178.)

Tuotteen toteuttamisessa tarvitsemme erilaisia tekniikoita, välineitä ja materiaaleja. Tekniikan ja materiaalin ulottuvuus opettaa oppilaille työstämiseen liittyvää tuntemusta ja taitoa. (Korhonen ym., 2020, 182.) Tekniikka ja materiaali valintoja kehitetään, sekä uusia tuottamistapoja opetellaan rakentamalla tuotteesta harjoituskappaleita (Yrjönsuuri ym., 2019). Liikkeelle lähdetään hyödyntämällä askartelumateriaaleja ja -tekniikoita sekä muita helposti työstettäviä materiaaleja. Pienemmillä oppilailla tuottamisen taitoja voidaan harjoitella myös ohjatun työstämisen avulla. Esimerkiksi askartelussa hyödynnettäviä tekniikoita voidaan muistutella mieleen ensin yhdessä

harjoitellen. (Korhonen & Kangas, 2020, 183.) Korhosen ym. (2020) mukaan taitojen karttuessa materiaaleja ja tekniikoita osataan yhdistellä itsenäisesti jo suunnitteluvaiheessa.

Tuotteen valmistamisen prosesseissa hyödynnetään tekniikan ja materiaalin ulottuvuuden sisältöjä (Korhonen & Kangas, 2020, 182). Materiaalien kehollinen työstäminen luo kattavat mahdollisuudet materiaalien tutkimiseen, jäljentämiseen ja hyödyntämiseen luovan prosessin aikana. Rakentamalla teknologiseen tuotteeseen kuuluvia elementtejä, opitaan teknologisten välineiden ja tuotteiden rakentumisesta (Yrjönsuuri ym., 2019). Ideointi vaiheessa esiintyvä ratkaisujen kokeileminen on olennainen osa lopullisen tuotteen rakentumista ja kuuluu myös tekniikoiden ja materiaalin ulottuvuuteen (Korhonen ym., 2020). Yrjönsuuri ym. (2019) mukaan materiaalisten ja rakenteellisten ratkaisujen kokeileminen kasvattaa kokemustietoa materiaaleista, työvälineistä ja teknologioista, sekä luo kriittisyyttä materiaali ja rakenne ratkaisuihin.

Teknologiakasvatusprosessin viestimistä jäsennetään viestimisen ja dokumentoinnin ulottuvuuden sisällöillä. Viestiminen eli dokumentointi esiintyy tärkeässä asemassa koko teknologiakasvatusprosessin ajan. (Korhonen ym., 2020, 171.) Dokumentoinnin on tarkoitus olla luonteva osa itse työskentelyä, jonka avulla prosessin vaiheet ja työskentely on tavoitteena tehdä näkyväksi (Saarinen, 2021). Tämä tarkoittaa, että dokumentoinnin avulla esitetään tuotteen työstämisprosessissa hyödynnettyjä ratkaisuja, prosessin aikana syntyneitä ajatuksia, etenemistä ja oppilaan tai ryhmän kehitystä yksilöllisesti (Seitz, 2008, 88). Tämä mahdollistaa työskentelyn tarkastelun ja kehittämisen, sekä oman prosessin jakamisen ja siitä viestimisen muiden kanssa (Korhonen & Kangas, 2020, 184). Dokumentoinnissa tukena toimii opettaja, joka avustaa tilanteen mukaan (Kangas ym., 2021, 2).

Dokumentoinnin avulla harjoitellaan tieto- ja viestintätaitoja (Opetushallitus, 2014). Samanaikaisesti myös käsitteiden tuntemus vahvistuu, jouduttaessa sanoittamaan ja toistamaan omaa toimintaa (Saarinen, 2021). Saarinen (2021) kertoo, että dokumentoinnin laajuuteen ja yksityiskohtaisuuteen vaikuttaa oppilaan taitotas. Dokumentoinnin keinojen harjoittelemisen voi aloittaa vihkoon

kirjaamalla ja piirtämällä päiväkirjamaisesti keskittyen vain johonkin tiettyyn prosessin vaiheeseen yksin tai ryhmässä (Seitz, 2008, 89–91). Vihkojen ohella mukaan voi ottaa valokuvaamista, videointia ja yksinkertaisia digitaalisia sovelluksia, joiden avulla dokumentoinnin opettelu ja prosessin kuvaamisen harjoittelu on sopivan haasteellista ja mielekäästä. Mitä kehittyneempiä oppilaat ovat, sitä enemmän omaa työskentelyä voidaan reflektoida ja hyödyntää moniulotteisempia digitaalisia välineitä. (Kangas ym., 2021,2; Korhonen ym., 2020, 185.)



## 4 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella alkuopetuksen luovaa teknologiakasvatusta ja selvittää teknologiaulottuvuuksien toteutumista Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin aikana, sekä saada yleiskuvaa oppimiskokonaisuuden näyttäytymisestä tutkimuksen kohteena olevan oppilasryhmän kohdalla. Tutkimuskysymyksiin vastaamisen tavoitteena on edistää pienille oppilaille suunnattua luovaa teknologiakasvatusta.

Tutkimuskysymykset:

1. Millaisena pienten oppilaiden monialainen ja luova teknologiakasvatusprojekti näyttäytyi?
2. Miten eri teknologiaulottuvuudet toteutuvat ensimmäisen luokan Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin aikana?

Teknologiateollisuuden (2020) kehittämä Tämä Toimii! -teknologiakasvatuksen oppimiskokonaisuus toimii tutkimuskysymyksiin vastaamisen lähtökohtana ja kontekstina. Tutkimuskysymyksiin vastataan hyödyntämällä eri tutkimusmenetelmiä, kuten videotutkimusta ja tutkijan suoraa havainnointia.

## 5 Tutkimuksen toteutus

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin laadullisen tutkimuksen lähestymistapaa. Laadullisessa tutkimuksessa tarkoituksena on käsitteellistää tutkittava ilmiö, ymmärtää tutkittavaa ilmiötä ja antaa teoreettisesti sopiva tulkinta ilmiölle. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 35.) Syvällisen ymmärtämisen mahdollistamiseksi tutkimusprosessi etenee syklisesti eri tutkimusvaiheiden täydentäessä toisiaan (Kananen 2014, 99). Tutkimukseni on tapaustutkimus, jonka kohderyhmänä toimivat monialaisen Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin parissa työskentelevät yhden ensimmäisen luokan oppilaat ja heidän opettajansa.

### 5.1 Tutkimuksen konteksti ja kohderyhmä

Teknolohiateollisuuden (2020) kehittämä Tämä Toimii! -oppimiskokonaisuus on vuonna 2020 luotu, Suomen ekaluokkalaisille suunnattu monialainen teknologiakasvatuksen projekti. Kokonaisuuden suunniteltu kesto on seitsemän viikkoa. Alustavasta aikataulusta huolimatta kesto on helposti muunnettavissa ja sisältö eriytettävissä tarpeen mukaan. Sisältöteemoina on monimuotoisesti eri taitojen opettelua, teknologisen ympäristön havainnointia ja tutkimista, ohjelmoinnillista ajattelua, luovaa ongelmanratkaisua ja ryhmässä toimimista. Teemojen tarkoituksena on johdattaa oppilaat teknologisen osaamisen ja laaja-alaisen taitojen lähteille leikillisyyttä ja tarinallisuutta apuna käyttäen. Tehtävissä oppilaat pääsevät havainnoimaan, pohtimaan, ideoimaan, suunnittelemaan ja rakentamaan epäonnistumisista positiivisesti oppien. (Teknolohiateollisuus, 2020.) Ryhmätöiden aikana yhteistyötaidot kehittyvät ja toisenkin ajatuksille opitaan antamaan mahdollisuus (Opetushallitus, 2014).

Oppimismatkan tarinoissa ja leikeissä on mukana samaistuttavat hahmot (Kip-miehistö), jotka edustavat erilaisuuden kallisarvoisuutta yhteisöllisessä tekemisessä läpi tehtävien. Hahmojen tarina etenee tehtävien edetessä. Leikillisyyden ja tarinallisuuden lisäksi oppilaiden motivaatiota pidetään yllä yhteisöllisen tukemisen keinoin. Jokaisen suoritettujen tehtävien myötä pienryhmä saa liimata tarran yhteiseen Tämä toimii! -julisteeseen. Julisteen avulla matkan

edistymistä pystytään seuraamaan ja iloitsemaan yhdessä. (Teknologiateollisuus, 2020.) Yhteisöllinen tekeminen luo yhteenkuuluvuuden tunnetta ja tuo voimaa omaan tekemiseen (Opetushallitus, 2014).

Oppimiskokonaisuuden arviointi toteutetaan prosessinomaisesti eri arviointimenetelmiä hyödyntäen. Jokaisen tehtäväjakson jälkeen oppilaat värittävät omiin projektivihkoihinsa 1–3 tähteä sen perusteella kuinka hyvin kokivat suoriutuneensa tehtävistä. Tähtien lisäksi on mahdollista värittää Oops!Moka! -kyltti jos on kokenut epäonnistumista, mutta oppinut niiden avulla uutta. (Teknologiateollisuus, 2020.) Matkan kestävän itsearvioinnin avulla oppilaat oivaltavat paremmin omaa oppimistaan ja oppimisen prosessiluonteen merkityksestä (Opetushallitus, 2014). Vihkojen lisäksi dokumentointia kannustetaan toteuttamaan kirjaamalla ja kuvaamalla portfolioon tapahtumista sekä prosessin vaiheista. Vertaisarviointia toteutetaan tehtävistä keskustelemalla ja kommentoimalla kehittävästi kannustaen. Kokonaisuuden päätteeksi oppilaat pääsevät esittelemään tuotteensa ja keskustelemaan siitä muun ryhmän kanssa. (Teknologiateollisuus, 2020).

Tutkimukseen kohderyhmänä olivat Kymenlaakson alueelle sijoittuvan keksisuuren kaupungin keskisuuren koulun yhden ensimmäisen luokan oppilaat ja luokan opettaja. Luokka valikoitui niiden luokkien joukosta, jotka olivat lähteneet mukaan Tämä Toimii! -oppimiskokonaisuuteen. Tutkimukseen osallistumisesta sekä tutkimukseen liittyvään tiedon jakamiseen ja tallentamiseen liittyvistä lainalaisuuksista tehtävää tutkimusta varten anottiin kirjallinen tutkimuslupa päättävältä taholta, tutkimukseen osallistujilta ja tutkittavien huoltajilta. Tutkimukseen osallistuvia oppilaita oli 19 kappaletta (kaikki luokan oppilaat), joista 13 oli tyttöjä ja kuusi (6) poikia. Oppilaista neljä olivat erityisentuen oppilaita, joista kolmella oli tehtävistä suoriutumiseen vaikuttavia tuen tarpeita. Prosessin toiminnan tarkentamiseksi oppilaiden pienryhmistä valikoitu yksi pienryhmä, Viidakonkoirat (oppilaiden itsensä antama nimi), jonka toimintaan keskityttiin kokonaiskuvan lisäksi. Pienryhmään kuului yksi poika ja kolme tyttöä, joista yhdellä tytöllä oli toimintaan vaikuttavia erityisen tuen tarpeita.

Tuen tarpeet eivät kuitenkaan vaikuttaneet kokonaisuuden tehtävistä suoriutumiseen.

Kohderyhmän kohdalla Tämä Toimii! -kokonaisuuden arvioiduksi kestoksi oli asetettu kahdeksan viikkoa. Lopulta teknologiakasvatusprojekti kesti 9 viikkoa, josta projektin edistämiseen hyödynnettiin kahdeksan viikkoa; kahdeksan kaksoistunnin pituista eli kaksi 45 minuutin pituista peräkkäistä oppituntia viikossa. Viikoittaisena tavoitteena oli edetä uusien aiheiden ja tehtävien avulla. Projektin eteneminen on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 2. Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin eteneminen, sisältö ja aineiston kuvaus

Päivä	Sisältöaiheet	Aineiston kuvaus
21.1 1. jakso: Pulloposti – Tartu haasteeseen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kokonaisuuteen tutustuminen</li> <li>Rakenteiden hahmottaminen puutikuilla</li> <li>Kirjainten, numeroiden ja sanojen muodostaminen keholla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ryhmätyöskentely ja pienryhmätyöskentely</li> <li>Opettajan havainnointi ja muistiinpanot</li> </ul>
28.1 2. jakso: Tunteet – Valmistaudutaan uuteen projektiin	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kotityöt</li> <li>Tunteet</li> <li>Alkeisohjelmointi yksinkertaisten käskyjen avulla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ryhmätyöskentely ja pienryhmätyöskentely</li> <li>Opettajan havainnointi ja muistiinpanot</li> </ul>
4.2 3. jakso: Lasipurkin kansi – Yhdessä olemme enemmän!	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koon ja ominaisuuksien tarkastelu</li> <li>Luovat mittaukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pienryhmätyöskentely</li> <li>Opettajan muistiinpanot</li> <li>Tutkijan suora havainnointi ja videointi</li> </ul>
11.2 4. jakso: Muodot – Materiaalit kasaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geometristen muotojen ominaisuudet</li> <li>Ympäristön rakenteiden havainnointi ja pohtiminen</li> <li>Ompelu pistojen harjoittelu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ryhmätyöskentely ja yksilötyöskentely</li> <li>Opettajan muistiinpanot</li> <li>Tutkijan suora havainnointi ja videointi</li> </ul>
18.2 5. jakso: Jännittävä maakellari –	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liikkuvan koneen suunnittelu piirtämällä yksin ja ryhmässä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yksilötyöskentely ja pienryhmätyöskentely</li> <li>Opettajan muistiinpanot</li> </ul>

Suunnittele koneesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiaalien kokoaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutkijan suorahavainnointi ja videointi</li> </ul>
25.2 6. jakso: Tulevaisuuden ammatit – Omasta tulee yhteinen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koneen mallintaminen rakentamalla pienryhmässä</li> <li>• Tulevaisuuden ammatit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienryhmätyöskentely</li> <li>• Opettajan havainnointi ja muistiinpanot</li> <li>• Videointi</li> </ul>
loma		
4.3 7. jakso: Taukojumppa – Kone valmistuu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koneen rakenteen vahvistaminen</li> <li>• Oman liikkeen ohjelmointi</li> <li>• Liikkumismekanismin kehittäminen</li> <li>• Pintakäsittely</li> <li>• Koneiden kuvaaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ryhmätyöskentely ja pienryhmätyöskentely</li> <li>• Opettajan havainnointi ja muistiinpanot</li> <li>• Videointi</li> </ul>
11.3 8. Lisä jakso — Kone valmistuu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koneen viimeistely</li> <li>• Esitysmateriaalin valmistaminen</li> <li>• Koneiden kuvaaminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienryhmätyöskentely</li> <li>• Opettajan havainnointi ja muistiinpanot</li> <li>• Videointi</li> </ul>
25.3 9. Gaala – Viimeinen kerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koneiden esittely</li> <li>• Itsearviointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienryhmätyöskentely</li> <li>• Videointi</li> </ul>

Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojekti eteni Teknologiateollisuuden (2020) suunnitteleman alkuperäisen järjestyksen mukaan. Taulukosta 1. ilmenee päivien eteneminen, teemat, sisällön monipuolisuus ja kuvaus aineiston luonteesta ja keruutavasta. Aineiston kuvauksessa ilmenee kuinka työskentely on toteutettu ja millä tavoin sisältö on tallennettu.

Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin ensimmäisellä, toisella, kolmannella ja neljännellä kerralla tutkittiin ympäröivää teknologiaa ja sen ominaisuuksia, teknologiakasvatuksen tarkoitusta pohdittiin keskustelemalla ja aihepiireihin tutustuminen aloitettiin toiminnallisilla tehtävillä. Ensimmäisellä kerralla oppilaat tutustuivat alkavaan kokonaisuuteen opettajan johdolla. Tämä toimii! -kokonaisuuden pohjustustarinassa Kip-miehistö kertoi tarvitsevänsä luokan apua liikkuvaan koneen rakentamiseen. Ensimmäisellä kerralla tarkasteltiin kappaleiden rakenteita puutikuilla rakentamalla, sekä omaa kehoa hyödyntäen pienryhmissä. Seuraavalla kerralla harjoiteltiin alkeisohjelmointia liikuttamalla

yhdessä opettajaa tai kaveria yksinkertaisten käskyjen avulla, mietittiin kotitöiden roolia ja vaikutusta omassa arjessa, sekä pohdittiin tunteiden merkitystä. Kolmannella kerralla tarkasteltiin erimuotoisten ja kokoisten kansien eroja, joiden pyörimismatkaa mitattiin pienryhmissä oppilaiden ideoimilla keinoilla. Neljännellä kerralla tutkittiin ja havainnoitiin ryhmänä luokkatilassa sekä ympäristössä sijaitsevia geometrisia muotoja, niiden ominaisuuksia ja eroavaisuuksia. Lisäksi harjoiteltiin itsenäisesti käsin ompelu taitoa ompelukuvien avulla.

Viidennellä, kuudennella ja seitsemännellä kerralla keskityttiin liikkuvan koneen suunnitteluun ja rakentamiseen. Viides kerta aloitettiin Kip-miehistön pyytämän liikkuvan koneen suunnittelulla yksin ja pienryhmissä, sekä käytössä olevien kierrätysrakennusmateriaalien tutkimisella. Kuudennella kerralla tuotteen muodon hahmottaminen aloitettiin rakentamalla pienryhmissä alustaa tuotteen runkoa ja pohtimalla sen rakenteita. Tuotteiden mahdollista roolia tulevaisuudessa pohdittiin keskustelemalla tulevaisuuden ammateista. Seitsemännellä kerralla jatkettiin pienryhmissä tuotteen rakentamista vahvistamalla lopullisia rakenteita, pohtimalla pintakäsittelyä ja luomalla mahdollinen liikkumista mahdollistava ratkaisu. Liikettä pohdittiin myös oman liikkeen alkeisohjelmoinnilla.

Kahdeksannen ja yhdeksannen kerran pääpaino oli viestinnässä. Kahdeksannella kerralla viimeisteltiin pienryhmien tuotteet ja luotiin kirjallinen esitysmateriaali tuotteesta. Yhdeksännellä eli viimeisellä kerralla jokaisen pienryhmän oma tuote ja sen tehtävä esiteltiin muille pienryhmille.

Kahta ensimmäistä kertaa lukuun ottamatta jokainen teknologiakasvatusprojektin kerta videoitiin. Kahdella ensimmäisellä kerralla vain ryhmän opettaja oli paikalla havainnoimassa ryhmän toimintaa. Kolmannella, neljännellä ja viidennellä kerralla videoinnin tukena hyödynnettiin tutkijan suoraa havainnointia aineiston keruussa. Kuudennella, seitsemännellä, kahdeksannella ja yhdeksännellä kerralla videoinnin tukena toimi ryhmän opettajan havainnointi.

## 5.2 Aineiston hankinta

Tässä tutkimuksessa keskityttiin teknologiaulottuvuuksien toteutumiseen, luovuuteen ja teknologiakasvatusprosessin näyttäytymiseen Tämä Toimii! -kokonaisuuden aikana. Ulottuvuuksien toteutumista ja kokonaisuuden yleiskuvan hahmottamista tutkittiin hyödyntämällä tutkijan suoraa havainnointia ja videointia. Suoran havainnoinnin ja videoinnin lisäksi hyödynnettiin opettajan päiväkirjamaisia tunti- ja muistiinpanoja teknologiakasvatusprojektin kulusta. Tavoitteena oli tarkastella Tämä Toimii! -oppimiskokonaisuuden rakentumista, sekä oppilaiden luovaa työskentelyä ja toimintaa.

Tämä Toimii! -kokonaisuus ja tutkimuksen aineiston keruu toteutettiin vuoden 2021 kevätlukukauden alussa 21.1–25.3. välisenä aikana. Pääpaino aineiston keräämisestä toteutettiin videoimalla, analysoitavaa videoaineistoa syntyi noin 12 tuntia. Kokonaisuuden kaksi ensimmäistä kertaa dokumentoitiin opettajan muistiinpanojen ja havainnoinnin avulla, videointia ja opettajan muistiinpanoja hyödynnettiin 4.2-25.3. opetus kerroilla, tutkijan havainnointia videoinnin tukena toteutettiin 4.2-18.2. Tutkimuksen alkuperäinen tarkoitus oli hyödyntää tutkijan suoraa havainnointia videoinnin tukena koko oppimiskokonaisuuden ajan, mutta tutkijasta riippumattomista syistä (Covid-19 vuoksi) tämä ei ollut mahdollista kuin ainoastaan kokonaisuuden keskivaiheelle sijoittuvien opetuskertojen ajan.

Tutkimuksessa hyödynnetty havainnointi toteutettiin avointa suoraa havainnointia ja avointa videohavainnointia hyödyntäen eli tutkijan ja kameran läsnäolo tiedettiin. Havainnoimalla tutkijalla on mahdollisuuden tehdä tarkkoja havaintoja sekä nähdä tutkittavien eleitä ja ilmeitä puheen tukena. (Eskola & Suoranta, 1998, 13.) Luokkatilassa havainnoitsijana pyrkimykseni oli olla mahdollisimman huomaamaton ja neutraali tarkkailija, jotta opetustilanne olisi mahdollisimman todenmukainen (Haapala & Siitonen, 2012, 43). Ideaali tilanne oli vaikuttaa tutkittaviin mahdollisimman vähän tapahtumien edetessä (Eskola & Suoranta, 1998, 73). Xu ym. (2019, 8) mukaan tutkijan läsnäolo kuitenkin vaikuttaa lähes poikkeuksetta havainnoitavaan tilanteeseen tai kohteeseen.

Tutkijan läsnäolon vaikutuksen lisäksi suorassa havainnointimenetelmässä haasteena on tutkijan subjektiivinen toimijuus, tutkijan psyykkinen tila ja vireystila.

Tutkimuksen kannalta merkittäviä kohtia voi mennä ohi katseen. (Eskola & Suoranta, 1998, 75.) Videointi havainnointi menetelmänä on ainutlaatuinen, sillä se mahdollistaa tutkijan pääsyn tutkimustilanteeseen yhä uudelleen ja uudelleen. Erityisesti monivaiheisissa ja toimintarikkaissa luokkatilanteissa videoinnista on hyötyä, sillä mitään toiminnasta, eleistä tai ilmeistä ei jää havainnoinnin ulkopuolelle videoinnin avulla. (Xu ym., 2019, 107.) Tutkijana pystyin palaamaan tutkimustilanteeseen ja mahdolliset aukot omassa havainnoinnissa saatiin täytettyä ja lisättyä osaksi analyysiä (Valli, 2018, 73). Clarke ja Ester Chan (Xu ym., 2019, 6.) sanoin videointi on kuin suora ikkuna tai linssi tapahtuneeseen tilanteeseen, joka tarjoaa mahdollisuuden tarkastella tilannetta kokonaisuutena tai yksityiskohtaisesti. Seuraavaksi esittelen videoinnin tapahtumista tarkemmin.

Videointi toteutettiin luokkatilaan sijoitettujen kameroiden avulla, jotka tallensivat luokkatilanteita audiovisuaalisesti. Kameroita oli yhteensä kaksi ja ne sijoitettiin luokan etu- ja takaosaan. Moniulotteisen materiaalin tallentamisessa useammasta kuin yhdestä kamerasta on hyötyä. Useammalla kameralla materiaali on mahdollista saada talteen monipuolisemmin, eri näkökulmia tuoden (Derry, 2007, 8). Kameroiden sijoittelun avulla vuorostaan tuettiin monipuolisen materiaalin saantia eri kuvakulmista (Xu ym., 2019, 117). Tässä tutkimuksessa ensimmäisen kamerasihterin tehtävänä oli olla ikkuna luokkatilanteeseen ja saada tallennettua luokan kokonaiskuvaa yleisen tiedon saamiseksi, toinen kamera taas toimi linssinä yksityiskohtiin eli oli keskitetty kuvaamaan valittua pienryhmää yksityiskohtaisemman tiedon saamiseksi (Xu ym., 2019).

Videoinnin toteutuksen lähtökohtina toimivat asetetut tutkimuskysymykset ja aiempi tutkimus. Videointi pyrittiin suuntaamaan tarkoitusperiä vastaavasti eli kuvaamaan mahdollisimman hyvin teknologiakasvatusprojektin toteutumista. Kokonaisuuden videoinnissa tuli muistaa tarkastella tilannetta avarakatseisesti ja toteuttaa videointi mahdollisimman neutraalisti, jotta yllättäväkin tieto saatiin tallennettua ja lisättyä analyysiin. (Derry, 2007, 17) Tavoitteena oli saada kokonaisuus tallennettua ja tarkentaa aineiston rajaamista vasta analysointivaiheessa.



### 5.3 Aineiston analysointi

Tutkimukseni aineisto analysoitiin teorialähtöisellä sisällönanalyysillä hyödyntäen deduktiivista lähestymistapaa. Sisällönanalyysi sopii tutkimusaineiston analysointiin, kun tarkoituksena on saada mahdollisimman kattavaa tai yksityiskohtaista tietoa aineiston sisällöstä ja koota ajatuksia tutkittavasta ilmiöstä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 103.) Analysointia ohjasivat tutkimuskysymykset ja teorian luoma ennakkotieto aineistosta, sekä tutkijana tulkintani aineistoa analysoitaessa. (Tökkäri, 2018, 68.)

Aineiston analysointi tapahtui kokonaisuudessaan hyödyntämällä Atlas.ti laadullisen tutkimuksen sisällönanalysointiohjelmaa (versio 9). Atlas.ti analysointiohjelma valikoitui sen monipuolisten analysointityökalujen myötä, sekä mahdollisuudesta analysoida useita eri muotoisia dokumentteja samanaikaisesti. Versiolla 9 analysointi oli mahdollista teksti, kuva, video ja ääni tiedostoille, joten pystyin hyödyntämään ohjelmaa tutkimuksen videoaineiston sekä muistiinpanoaineiston analysoinnissa.

Laadullisen aineiston sisällönanalyysiin liittyy tavallisesti aineiston teemoittelu, luokittelu ja tyypittely (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 104). Ohjelmalla analysointi oli mahdollista hyödyntämällä luokittelevia koodeja, teemoittelua, muistiinpanoja, kommentteja ja sitaatteja. Aineistoni analysoinnissa päädyin hyödyntämään sisältöä rajaavia koodeja, teemoittelua ja muistiinpanoja. Tavoitteenani oli pyrkiä monipuoliseen sisällön jaotteluun ja eritellä aineistoa tutkimuksen kannalta parhaaseen muotoon (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 104).

Aineiston keruussa hyödynnetty tutkijan suora havainnointi mahdollisti toiminnan havainnoimisen ja analysoinnin pohjustamisen reaaliajassa ennen videoaineiston tarkastelua. Tutkijana sain käsityksen kokonaisuuden toteutumisesta ja rakenteesta tapaukseni kohdalla. Tavoitteena oli lähteä rajaamaan aineistoa luokittelemalla toimintaa ja käyttäytymistä luokkatilassa tekemällä muistiinpanoja. Tämä edesauttoi kokonaisuuden hahmottamista ja sisällönanalyysin aloittamista.

Tutkimukseni aineisto sisälsi monipuolista ja yksityiskohtaista tietoa luovan teknologiakasvatusprojektin aikana tapahtuneesta toiminnasta. Suoran havainnoinnin perusteella toiminta jakautui koko luokan ryhmätyöskentelyyn, pienryhmätyöskentelyyn ja yksilötyöskentelyyn, jota ohjasivat tarinat, leikit ja yhteinen keskustelu. Toiminta koostui vuorovaikutteisesta ja kehollisesta toiminnasta yhdistettynä innovatiiviseen luomisprosessin. Samankaltaista tutkimusaineistoa ryhmätyöskentelystä on hyödyntänyt ennestään tutkimushanke Co4Lab, mikä on tutkinut yhteisölliseen tutkivaan oppimiseen, yhteismuotoiluun ja toimintaa liittyvää toimintaa. (Co4Lab verkkosivusto, 2019.) Aineiston samankaltaisuus mahdollisti Co4Lab projektissa kehitetyn analyysirungon hyödyntämisen tämän pro-gradu tutkielman kohdalla. Runko on kehitetty isompien oppilaiden (5. - 9. lk) toiminnan analysointiin, ja tässä tutkimuksessa sitä sovellettiin ensimmäistä kertaa alkuopetuksen kontekstissa. Sisällön jaottelu ja erittelemine tapahtuivat teemoitetuilla koodeilla, jotka kohdentuivat sanalliseen (primary verbal design action) ja keholliseen (primary embodied design action) toimintaan tai muuhun ryhmän yhteiseen toimintaan. Karsin tutkimukseni kannalta tarpeettomat ja sopimattomat Co4Lab:in koodit ja lisäsin mukaan kolme koodia; Seeking knowledge with play, Seeking knowledge with story, Making presentation material. Lisäksi lisäsin luokan Teknologialuottuvuudet ja siihen liittyvät koodit (Korhonen ym., 2020), jotta tarkoituksen mukainen tutkimuskysymyksiin vastaaminen olisi mahdollista. Lisäsin sanalliseen ja keholliseen toimintaan liittyvät koodit englanniksi ja teknologialuottuus koodit suomeksi, niiden alkuperäisten lähteiden mukaisesti. Taulukossa 2 ilmenee valikoituneet koodit kokonaisuudessaan.

Taulukko 3. Teknologiasvatusprojektin luokittelussa hyödynnetyt sisältökoodit

Sanallinen toiminta	Kehollinen toiminta	Teknologialuottuvuudet
Describing	Making presentation material	Muoto
Discussion about manufacturing	Drawing/sketching	Toiminta
Evaluation	Material experimentation	Äly
Ideation	Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
Process organizing	Model making	Viestintä
Redefining idea	Constructing final version	
Discussion		
Seeking knowledge with story		

Seeking knowledge with play		
Seeking knowledge		

## Analysoinnin eteneminen

Video- ja muistiinpanoiaineiston analysointi käynnistyi dokumenttien viemisellä Atlas.ti-ohjelmaan. Dokumentteille luotiin kansio, jaettiin aineistomuodon perusteella ja nimettiin sisältöä kuvaavilla nimillä. Aineistojen nimeäminen tuli tehdä huolella, jotta aineiston analysointijärjestys olisi systemaattinen ja prosessin kulku selkeä (Derry, 2007, 16). Kronologinen järjestys analysointivaiheessa nopeutti analysoitujen tietojen viimeistelyä ja taulukointia aikajärjestykseen tuloksien esittelyä varten.

Dokumenttien valmistelun jälkeen tapahtui koodien luominen Atlas.ti-ohjelmaan. Koodien luominen tapahtui yksittäin koodi järjestelmään, jonka jälkeen muodostin kaksi koodiryhmää kehollisen- ja sanallisen toiminnan perusteella jaottelun selkeyttämiseksi. Tämän jälkeen jokainen koodi merkittiin eri värillä, jotta koodien esiintymistä olisi helpompi seurata. Koodeja ja koodien esiintymistä aineistossa tuin Atlas.ti muistiinpanotyökalun avulla, jotta heränneisiin ajatuksiin ja huomioihin pääsi palaamaan myöhemmin.

Tutkimukseni videoaineisto oli muuhun tutkimuksesta kerättyyn aineistoon verrattuna aineistokooltaan laajin ja yksityiskohtaisin. Videoaineiston analysointi tuli toteuttaa useassa osassa, jotta tutkimuskysymyksiin vastaaminen oli tarkoituksen mukaista. Analysoinnissa edettiin yleiskuvan jaottelusta yksityiskohtaisempaan eri tutkimuskysymyksiin vastaaviin jaotteluihin. Jaottelun eli luotujen koodien esiintymistä videoaineistossa tarkastettiin useaan otteeseen jokaisessa tutkimuskysymyksiin vastaavassa tasossa, jotta analysoinnin virheiltä vältyttiin. (Ash, 2007, 212.)

Monitasoisessa videoaineiston analyysissä hyödynnettiin Ash (2007) kehittämää kolmitasoisista videoanalyysiä. Ash kolmitasoinen videoanalyysi keskittyy kolmeen tasoon; (eng. macro, intermediate, micro) makrotasoon, keskitasoon ja mikrotasoon, jotka edetessään syventyvät ja tarkentuvat valittuun aiheeseen.

Ensimmäisessä makro-tasossa luotiin yleiskuvaa videoaineiston tapahtumista, analysoimalla videoaineistoa mahdollisimman yhtäjaksoisesti. Keskitasossa kertaalleen analysoituihin kohtiin palattiin uudestaan ja sisältöön kiinnitettiin enemmän huomiota valituilta osin. Kolmannessa mikro-tasossa analyysiä syvennettiin entistä enemmän tarkentaen valitusta näkökulmasta. (Ash, 2007, 212.). Ash (2007) kolmitasoista videoanalyysiä samankaltaisen videoaineiston analysoinnissa ovat hyödyntäneet muun muassa Riikonen, Seitamaa-Hakkarainen & Hakkarainen (2020), Paavola (2020) ja Yrjönsuuri (2019).

Seuraavissa kappaleissa esittelen analysointivaiheiden sisältöä ja etenemistä. Taulukko 3. havainnollistaa analyysin vaiheiden suhdetta tutkimuskysymyksiin.

Taulukko 4. Videoaineiston analysointivaiheet suhteessa tutkimuskysymyksiin

Tutkimuskysymys	Analyysitaso	Analyysin fokus	Aineisto
1. Millaisena pienten oppilaiden monialainen teknologiakasvatus projekti näyttäytyi?	Makrotaso	Räsymattoanalyysi oppilaiden sanallisesta ja kehollisesta toiminnasta	12 tuntia videoaineistoa jaettuna kolmen minuutin aikaväleihin
2. Miten eri teknologiaulottuvuudet toteutuvat ensimmäisen luokan Tämä toimii! -teknologiakasvatus projektin aikana?	Keskitaso	Teknologiaulottuvuuksien tunnistaminen	7 tuntia /n.130 kolmen minuutin aikaväliä, joissa
	Mikrotaso	Teknologiaulottuvuudet suhteessa oppilaiden sanalliseen ja keholliseen toimintaan	teknologiaulottuvuudet näkyvissä

Ensimmäisellä analysointivaiheella vastattiin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen teknologiakasvatusprojektin näyttäytymisestä. Analysoinnin ensimmäisessä makro-vaiheessa oli tärkeää kiinnittää huomiota kokonaiskuvaan (Ash, 2007, 12). Tavoitteena oli saada yleiskuvaa teknologiakasvatusprojektista, luovuuden hyödyntämisestä ja teknologiaulottuvuuksien esiintymisestä. Teknologiaulottuvuuksia kuvattiin

makrotasossa vielä yhtenäisellä, kaikki teknologiaulottuvuudet kattavalla, teknologiaulottuvuus -koodilla.

Makrotason analyysi aloitettiin jakamalla videoaineisto kolmen minuutin aikaväleihin Atlas.ti ohjelmassa. Aineisto olisi voitu jakaa myös esimerkiksi ajanjakson, paikan tai käyttäytymisen perusteella (Derry, 2007, 16). Jokainen aikaväli koodattiin sisältökoodein tapahtuneen toiminnan perusteella sanalliseen ja keholliseen toimintaan. Ensimmäisen koodikierroksen jälkeen koodikierros toistettiin, tarkistettiin ja tarvittaessa korjattiin. Korjauskierrosta jatkettiin niin monta kertaa kuin oli tarkoituksen mukaista.

Koodien esiintyminen makro-tasossa koottiin räsymattoanalyysin avulla hyödyntämällä Excel -ohjelmaa. Räsymattoanalyysi on Riikonen, Seitamaa-Hakkarainen & Hakkarainen (2020) kehittämä visuaalisen analysoinnin kokoamisen keino, jossa 3-minuutin tapahtumat koodeineen on kerätty taulukkoon tapahtumisjärjestykseen ja kuvattu omilla väreillä. Valmis taulukko kavennetaan, jolloin muodostuu räsymattoja muistuttava kuvio. Syntynyt kuvio havainnollistaa koodien esiintymisen aineistossa. Alla on kuvattuna näyte ensimmäisen makro-tason analyysin räsymatosta ja hyödynnetyt koodit värikoodattuina (kuva 1.).



Kuva 1. Näyte luovan teknologiakasvatusprojektin räsymatosta ja koodit värikoodattuina

Keski- ja mikrotason analyysissä tavoitteena oli keskittyä teknologiaulottuvuuksien esiintymiseen ja vastata tutkimuskysymykseen teknologiaulottuvuuksien esiintymisestä teknologiakasvatusprojektissa. Keskitason analyysi aloitettiin rajaamalla pois kohdat, joissa teknologiaulottuvuudet eivät esiintyneet, jonka jälkeen valitut kohdat analysoitiin uudelleen virheiden välttämiseksi. Tarkensin teknologiaulottuvuuksien analyysiä koodeilla; muoto, toiminta, äly, tekniikat ja materiaalit ja viestintä. Ulottuvuuksien roolin ja esiintymisen havainnollistamiseksi luotiin taulukko ulottuvuuksien sisällöistä tässä teknologiakasvatusprojektissa näiden rajattujen jaksojen kohdalla (Taulukko 4, s. 42).

Viimeisessä mikrotason analyysissä keskitason analyysissä rajattuihin tapahtumiin palattiin uudelleen (Ash, 2007, 213). Yksittäisten teknologiaulottuvuuksien rooliin syventymisen jälkeen, muodostettiin Excel taulukot teknologiaulottuvuuksien esiintymisen perusteella suhteessa oppilaiden sanalliseen- ja keholliseen toimintaan. Jotta teknologiaulottuvuuksien

jakautuminen projektin eri vaiheissa ilmeni selkeästi, muodostin kolme eri vaiheen taulukkoa; teknologiakasvatusprojektin alku-, keski- ja loppuosa (Taulukko 5, 6 ja 7, s. 43-45). Teknologialottuvuuksien rooli oppimiskokonaisuudessa oli suuri, joten taulukkomateriaalia syntyi runsaasti. Tavoitteena oli tarkentaa teknologialottuvuuksien sisältöä, tehtäviä ja esiintymistä oppilaiden teknologisissa oppimisprosesseissa.

## **6 Tutkimustulokset ja niiden tulkintaa**

### **6.1 Yleiskuva teknologiakasvatusprojektista**

Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektiin liittyvä toiminta toteutettiin oppilaiden omassa luokassa käsityötuntien aikana. Luokkatilassa oli oppilaiden lisäksi opettaja ja ohjaaja. Luokkatila ja pulpetit oli järjestetty niin, että ryhmätyöskentelyä ja projektiin liittyvää toimintaa saattoi tehdä pulpettien lomassa, luokan etuosassa, takaosassa tai sivuilla. Oppilaat jaettiin viiteen pienryhmään, missä työskentely pääasiassa tapahtui. Jokainen pienryhmä antoi ryhmälleen nimen; Viidakonkoirat (tutkimuksessa tarkemmin tarkasteltu pienryhmä), Supertähdet, Seikkailijat, Piip ja Keksijät. Oppilailla ei ollut aikaisempaa kokemusta pienryhmätyöskentelystä tai teknologiaa sisältävästä oppimiskokonaisuudesta. Tietämättömyydestä huolimatta oppilaat lähtivät innolla mukaan Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektiin.

Oppilaita pohjustettiin kokonaisuudesta ja kokonaisuuden tavoitteista projektin alussa kehystarinan avulla. Tarinassa kerrottiin tulevasta matkasta Kip-miehistön seurassa, jotka saivat tehtäväkseen rakentaa liikkuvan koneen. Oppilaiden tehtävänä oli pienryhmissä työskentelemällä auttaa Kip-miehistöä liikkuvien koneiden rakentamisessa hyödyntämällä kierrätysmateriaaleja. Prosessi dokumentoitiin oppilaiden vihkoja, opettajan muistiinpanoja ja valokuvausta apuna käyttäen. Valokuvilla luotiin sähköinen portfolio liikkuvien koneiden etenemisestä. Oppilaat keskittyivät lähinnä vihkoihin kirjaamiseen ja opettaja toimi vaiheiden valokuvaajana.

Jokainen projektin kerta käynnistettiin opettajan lukemalla tarinalla, joka pohjusti tunnin opetussisältöä. Kokonaisuuden alku ja keskiosassa tarinaa seurasivat leikit ja yhteinen keskustelu, mitkä lisäsivät tietoutta ja antoivat mahdollisuuden uteliaisuudelle. Leikkien kautta opittua tietoa jalostettiin pienryhmätyöskentelyllä. Pienryhmissä opitun tiedon oli tarkoitus tukea tulevaa koneen suunnittelua ja rakentamista. Oppilaat lähtivät yhteiseen- sekä pienryhmätoimintaan innokkaasti aktiivisina toimijoina. Oppilaat ihmettelivät ja keskustelivat havainnoistaan avoimesti pienryhmässä ja yhteisesti. Kertojen päätteeksi käytiin yhteistä



keskustelua tehtävien ratkaisusta, onnistumisista ja epäonnistumisista. Jokainen sai sanallistaa omaa toimintaansa ja kertoa omista onnistumisista ja epäonnistumisistaan, sekä kuinka niistä oli mahdollisesti oppinut.

Prosessin alkuosaan sijoittuvaa liikkuvan koneen suunnittelua ja rakentamista edistävä toiminta piti sisällään teknologisen ympäristön havainnointia ja tutkimista, tekniikka ja materiaali kokeiluja, sekä kierrätysmateriaaleilla tehtyä muodon ja toiminnan hahmottamista. Tekniikkakokeilut sekä muodon ja toiminnan hahmottaminen oli osalle oppilaista haasteellista. Toiminta vaati toistoja sujuvuuden ja oppilaiden itseohjautuvuuden mahdollistamiseksi.

Prosessin keskivaiheella käynnistyvä suunnittelu ja muodon hahmottaminen pitivät sisällään ihmettelyä suunnittelun luonteesta. Jokainen muodosti suunnitelman yksilöllisesti, jonka jälkeen suunnitelmista luotiin yhteinen pienryhmän jäsenten kesken. Muodon hahmottaminen ja suunnitelman luominen tuotti alkuun hankaluutta joillakin oppilailla, mutta ideoimalla pienryhmän kanssa yhdessä ideoita syntyi. Keskustelu ja avoin vuorovaikutus oli avain-asemassa suunnitelmien yhdistämisessä. Lopullisen suunnitelman muodostamisessa oppilaille oli tärkeää ideoiden esittämisen tasavertaisuus. Koneen tuli sopia jokaiselle pienryhmän jäsenelle, joka vaati kompromissien ja toisten huomioon ottamisen harjoittelua.

Ohessa kuvia (Kuva 2.) Viidakonkoirat -pienryhmän keskeneräisestä Korkkienkierrätyskoneesta. Kaikissa koneissa oli jollain tavalla kestävä kehitystä tukevia ominaisuuksia ja toimintoja. Viidakonkoirien koneen tarkoituksena oli puhdistaa käytetyt korkit uudelleen käytettäväksi.



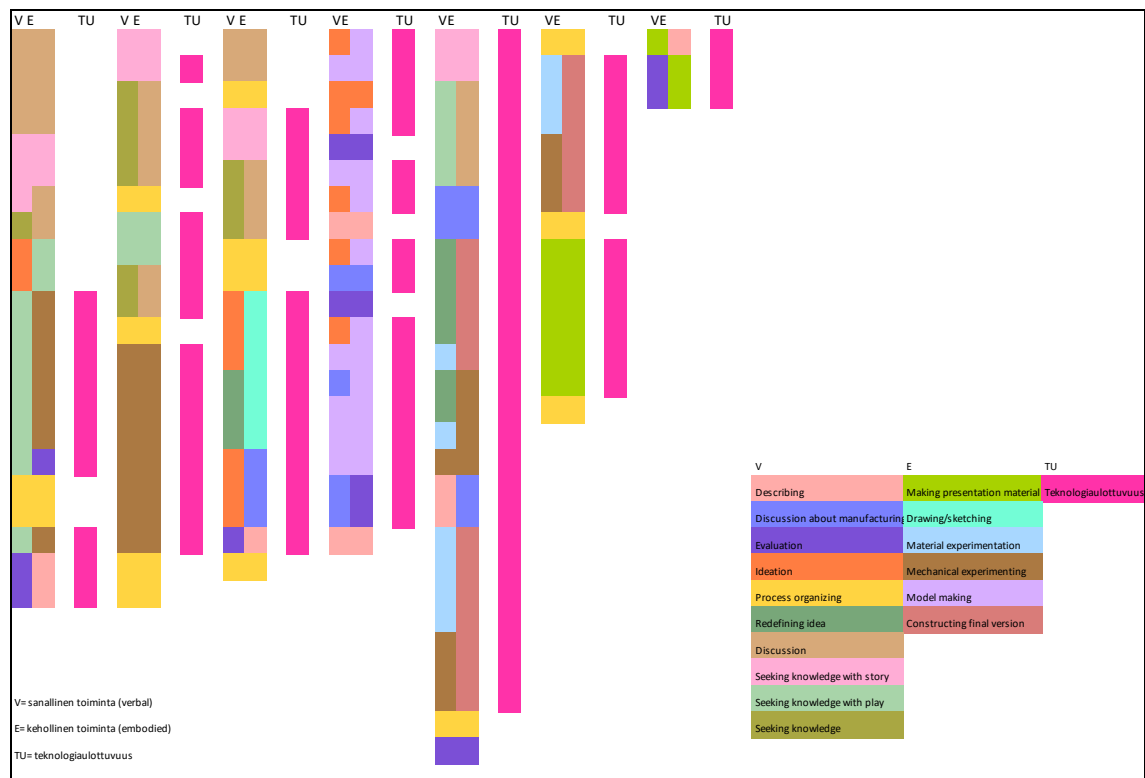
Kuva 2. Viidakonkoirat -pienryhmän keskeneräinen kone

Projektin loppuosa keskittyi koneiden rakentamiseen suunnitelmien mukaan. Rakentamista ja ideointia tapahtui samanaikaisesti. Pienryhmäläiset kehittivät konettaan rakentamisvaiheessa keskustelemalla erilaisista ratkaisuksista ja esittämällä mahdollisia ideoita ratkaisuihin liittyen. Varsinainen rakenne ja muoto muodostui kunnolla vasta rakennusprosessin edetessä. Ratkaisusta keskusteltiin yhdessä ja satunnaisesti konsulttoitiin opettajaa, opettaja myös kiersi keskustelemassa oppilaiden kanssa koneiden toiminnasta. Rakentamisessa koneiden toiminnallisten osien luominen vaati paljon pohtimista, lisäksi haasteita tuotti rakenteiden riittävän lujuuden muodostaminen. Huolellisuuden painottamista ei voinut olla liikaa. Ohessa kuvia (Kuva 3.) Viidakonkoirat -pienryhmän valmiista Korkkienpuhdistuskoneesta.



Kuva 3. Viidakonkoirat -pienryhmän valmis kone

Räsymattoanalyysin avulla koko ryhmän prosessi on selkeytetty kaavioksi (Kuva 4) videoitujen kertojen osalta (Taulukko 1., s.27–28). Räsymattoanalyysistä ilmenee yleiskuva teknologiakasvatusprojektista ja kuinka ulottuvuudet ovat jakautuneet projektin eri vaiheisiin. Kaaviossa kirjain V tarkoittaa sanallista toimintaa, E tarkoittaa kehollista toimintaa ja TU tarkoittaa teknologiaulottuvuutta. Kaaviossa yksi VE ja TU yhdessä vierekkäin merkitsevät yhtä koko ryhmän Tämä Toimii! -toteutuskertaa.



Kuva 4. Teknologiakasvatusprojektin räsymatot

Ensimmäisellä silmäyksellä prosessia kuvaavasta räsymatosta (Kuva 4.) voi havaita teknologiaulottuvuuksien olevan läsnä katkonaisesti, mutta kokonaisvaltaisesti koko teknologiakasvatusprojektin ajan. Teknologiaulottuvuudet sijoittuvat eniten kokonaisuuden keskivaiheille, joista lähes katkeamaton ulottuvuuksien esiintyminen sijoittuu viidennelle kerralle; tuotteen valmistamiseen keskittyvään kertaan (viides VE–TU palkki vasemmalta). Yleisilmeestä voi myös huomata teknologiaulottuvuuksien olleen poikkeuksetta läsnä, jos tapahtuma sisälsi kehollista toimintaa. Pelkän sanallisen toiminnan aikana teknologiaulottuvuudet esiintyivät vaihtelevasti riippuen tapahtuman sisällöstä. Teknologiaulottuvuuksia esiintyi harvoin arvioinnin

(Evaluation) tai oman toiminnan sanallistamisen (Describing) aikana. Toiminnan organisoinnin (Process organizing) aikana teknologiaulottuvuuksia ei esiintynyt lainkaan. Viimeinen kerta näyttäytyy poikkeuksellisen lyhyenä. Lyhyys johtuu siitä, että tarkastelussa on hyödynnetty ainoastaan tutkimustuloksien tarkentamisessa hyödynnettyä Viidakonkoirat -pienryhmän osuutta, sillä pienryhmien esitelmien rakenne toistui.

Taulukosta ilmenee jokaisen videoidun kerran aloitus, keskivaihe ja loppu osa. Kahtena päivänä kerta on aloitettu keskustelemalla, jonka aikana ei ole esiintynyt teknologiaulottuvuuksia. Teknologiaulottuvuuksia ei ole esiintynyt, sillä keskustelu on koskenut kotitehtäviä. Kotitehtäväkeskustelun jälkeen, tai sen puuttuessa, kerta on käynnistetty päivän teemoihin ohjaavalla tarinalla. Kaaviosta ilmenevän kokonaisuuden osan neljännen kerran teemoihin johdettava tarina ei teknisistä syistä tallentunut videolle. Tarina on ohjannut ryhmän aiheeseen lukuun ottamatta kahta viimeistä kertaa. Kahdella viimeisellä kerralla tarinaa ei ollut, sillä kokonaisuuteen ei tullut enää uusia teemoja. Toiseksi viimeisellä kerralla tuotteen työstäminen käynnistyi heti alkuvaiheessa. Viimeisellä kerralla jokainen pienryhmä aloitti valmiin koneen esittelyllä.

Kaavion ensimmäisellä, toisella, kolmannella ja viidennellä kerralla keskivaihe keskittyi pääasiassa teknologiaulottuvuuksia sisältävään teknologisen tietoisuuden kasvattamiseen keskustelemalla, leikillisellä toiminnalla, kappaleiden rakenteita tutkimalla ja työstämistekniikkoihin tutustumalla. Kaavion kolmannen kerran keskivaihe keskittyi teknologiaulottuvuuksia sisältävään tuotteen ideointiin ja ideoiden kehittämiseen piirtämällä. Kaavion neljännen kerran keskivaihe keskittyi teknologiaulottuvuuksia sisältävään tuotteen muodon ideoimiseen, hahmottamiseen ja toiminnoista keskusteluun. Viidennen kerran keskivaiheessa keskityttiin teknologiaulottuvuuksia sisältävään tuotteen viimeistelyyn materiaalisesti ja rakenteellisesti. Kuudennen kerran keskivaiheessa teknologiaulottuvuudet olivat läsnä tuotteen loppuun saattamisessa ja esitysmateriaalin valmistamisen aloittamisessa. Viimeisellä kerralla pienryhmien koneiden esittelyn keskivaihe koostui muun luokan kanssa keskustelusta.

Kaavion ensimmäisellä ja toisella kerralla teknologisen tietoisuuden kasvattaminen jatkui keskivaiheen jälkeen loppuvaiheeseen asti. Taulukosta 1. (s.21–28) voidaan sisällön perusteella tarkastella teknologisen tietouden kasvattamisen olleen keskiössä myös kahdella koko projektin ensimmäisellä kerralla, joita ei videoitu. Kolmannella kerralla loppuosa on keskittynyt keskustelemaan ja arvioimaan ideointiin. Neljännen kerran loppuosa koostui pääosin muodon mallintamisesta ja valmistamiseen liittyvästä arvioivasta keskustelusta. Viides kerta on loppuun asti omistettuna tuotteen rakentamiselle, materiaaliselle työstölle ja lopullisten ratkaisujen pohtimiselle. Kuudennella kerralla loppuosassa on ollut jäljellä esitysmateriaalin valmistaminen. Viimeisellä kerralla pienryhmien koneiden esittelyn loppuvaihe koostui muun luokan kanssa keskustelusta.

Isossa osassa kokonaisuutta esiintyivät rakentamiseen ja tekniikkoihin kohdistuva koodi; Mechanical experimenting. Isossa osassa oli myös keskusteluun kohdistuva koodi; Discussion, sekä tiedon etsintään kohdistuvat kaksi koodia; Seeking knowledge with play ja Seeking knowledge. Vähiten koodeista hyödynnettiin piirtämisen koodia; Drawing/sketching ja materiaaliin kokeiluihin kohdistuvaa koodia; Material experimenting.

## **6.2 Teknologiaulottuvuudet teknologiakasvatusprojektissa**

## **luovassa**

Luovaa toimintaa kuvaavat teknologiaulottuvuudet olivat vahvasti läsnä Tämä Toimii! -teknologiakasvatusprojektissa tämän tapauksen kohdalla. Teknologiaulottuvuuksista muoto kattaa luovaan teknologiseen tuotteeseen liittyvän suunnittelun ja muodon hahmottamisen kohdistuvan teknologisen sisällön. Toiminnan ulottuvuus kattaa luovaan teknologiseen tuotteeseen liittyvät rakenteelliset, mekaaniset ja elektroniset sisällöt. Älyn ulottuvuus kattaa luovaan teknologiseen tuotteeseen liittyvät välineet ja toiminnot, joissa hyödynnetään ohjelmointia, robotiikkaa tai ohjelmistoja. Tekniikan ja materiaalin ulottuvuus kattaa luovaan teknologiseen tuotteeseen liittyvät työvälineet, tekniikat ja materiaalit. Viimeisenä ulottuvuutena Viestintä ja dokumentaatio, joka kattaa luovaan teknologiseen tuotteeseen liittyvät dokumentoinnissa, reflektoinnissa ja

jakamisessa hyödynnetyt keinot. Kaikki kuusi teknologiaulottuvuutta esiintyivät. Ulottuvuuksia esiintyi erityisesti teknologiakasvatusprojektin alkuosan tutkivassa toiminnassa, teknologista tietoa kasvattavissa leikeissä, tehtävissä ja keskusteluissa, sekä projektin keskiosan ideoinnissa, suunnittelussa ja tuotteen työstämisessä. Vähiten teknologiaulottuvuuksia esiintyi prosessin toisena päivänä, jolloin teknologiakasvatusprojektin aiheena oli tunteet. Teknologiaulottuvuuksista toimintaan liittyviä sisältöjä esiintyi eniten. Lähes yhtä monipuolisesti hyödynnettiin myös tekniikan ja materiaalin ulottuvuutta. Taulukossa 5. (s.44) esitellään mitkä teknologiaulottuvuuksista olivat aktiivisina milläkin opetuskerralla, sekä kuinka ja miten teknologiaulottuvuuksien sisältöjä hyödynnettiin. Taulukosta 5. ilmenee myös teknologiaulottuvuuksien värikoodit, joita hyödynnetään tutkimustulosten esittelyn seuraavissa vaiheissa tulkinnan helpottamiseksi. Taulukkoa 5. on tärkeää tarkastella erityisesti kokonaisuuden ensimmäisen ja toisen kerran ulottuvuuksien kohdalta, sillä ne eivät esiinny videoitujen kertojen räsymatoissa tai taulukoissa (Kuva 4, s.41 ja Taulukko 6, 7 ja 8, s. 44–48) Kahden ensimmäisen päivän ajalta on hyvä palata tarkastelemaan myös taulukkoa 1. (s. 27), joka kertoo yksityiskohtaisemmin jokaisella kerralla tapahtuneesta toiminnasta.

Taulukko 5. Teknologiaulottuvuuksien sisältö teknologiakasvatusprojektissa

	Muoto	Toiminta	Äly	Tekniikat ja materiaalit	Viestintä ja dokumentaatio
21.1.2021_1. jakso_Tartu haasteeseen		Rakenteiden hahmottaminen		Askartelu	
28.1.2021_2. jakso_Tunteet			Opettajan ja kaverin koodaus		
4.2.2021_3. jakso_Lasipurkin kansi	Mittaaminen	Tuttujen esineiden rakenteiden tutkiminen			
11.2.2021_4. jakso_Muodot	Muotojen pohtiminen, muodon rakenne	Muodon pohtiminen rakenteena ja ympäristössä		Ompelupistojen harjoittelu	
18.2.2021_5. jakso_suunnittele koneesi	Koneen suunnittelu	Mekanismien ja rakenteen pohtiminen		Materiaalien tutkiminen	
25.2.2021_6. jakso_Tulevaisuuden ammatit	Koneen mallintaminen	Toimintamekanismien kehittäminen, rakenne		Askartelu, käsityövälineet	
4.3.2021_7. jakso_kone valmistuu		Rakenteen ja toimintamekanismin vahvistaminen	Oman liikkeen ohjelmointi koodilla	Askartelu, käsityövälineet, pintakäsittely	Koneiden kuvaaminen
11.3.2021_8. jakso_kone valmistuu		Rakenteen ja mekaniikan viimeistely		Pintakäsittely, askartelu	Esitysmateriaalin valmistaminen
25.3.2021_9. jakso_Gaala					Koneiden esittely

Tässä luovassa teknologiakasvatusprojektissa muodon ulottuvuutta hyödynnettiin mittaamisessa, muotojen pohtimisessa ja muodon rakenteen hahmottamisessa, koneen suunnittelussa ja koneen mallintamisessa. Toiminnan ulottuvuutta hyödynnettiin rakenteiden hahmottamisessa, tuttujen esineiden rakenteiden tutkimisessa, muodon pohtimiseen rakenteena ja ympäristössä, toimintamekanismien rakenteen, kehittämisen, vahvistamisen ja viimeistelyn

pohtimisessa. Älyn ulottuvuutta hyödynnettiin opettajan, kaverin ja oman liikkeen koodaamisessa hyödyntämällä alkeisohjelmointia. Tekniikan ja materiaalin ulottuvuutta hyödynnettiin askartelussa, ompelupistojen harjoittelemisessa, materiaalien tutkimisessa ja pintakäsittelyssä. Viestinnän ja dokumentoinnin ulottuvuutta hyödynnettiin koneiden valokuvaamisessa, esitysmateriaalin valmistuksessa ja koneiden esittelyssä.

Taulukosta 4. ilmenee Toiminnan ja Tekniikan ja materiaalin ulottuvuuksien olleen eniten läsnä Tämä toimii! -kokonaisuuden aikana. Toimintaa esiintyi erityisesti kokonaisuuden tiedon etsintävaiheessa ja tuotteen rakenteen, sekä toimintamekanismien pohtimisessa ja vahvistamisessa. Tekniikan ja materiaalin ulottuvuuden suurin rooli oli kokonaisuuden keskivaiheessa, jolloin tuotteita rakennettiin pienryhmissä askartelumateriaaleja hyödyntäen.

Seuraavissa taulukoissa (taulukko 6, 7 ja 8) esitetään Tämä Toimii! -teknologiakasvatusprojektin videoitujen kertojen aikana esiintyneiden teknologiaulottuvuuksien ilmenemistä prosessin eri vaiheissa yksityiskohtaisemmin. Prosessi on jaettu taulukoiden avulla alku-, keski- ja loppuvaiheeseen eli prosessin tiedonetsintävaiheeseen, suunnittelu ja toteutusvaiheeseen, sekä loppuunsaattamisvaiheeseen. Taulukoiden vasemmassa sarakkeessa on kerrottuna ajankohta ja kerran nimi, kahdessa seuraavassa sarakkeessa on sanallisen ja kehollisen toiminnan koodit, joiden kohdalla esiintyi teknologiaulottuvuuksia ja kolmannessa sarakkeessa on kerrottuna mikä teknologiaulottuvuus toteutui koodatun toiminnan yhteydessä. Harmaat kohdat taulukosta tarkoittavat, ettei kyseisessä sarakkeessa esiintynyt sanallista tai kehollista toimintaa kyseisellä kohdalla.

Taulukossa 6. kuvataan teknologiakasvatusprojektin alkuvaiheessa eli tiedonetsintävaiheessa esiintyneet teknologiaulottuvuudet suhteessa koodattuun toimintaan. Prosessin tiedonetsintävaiheessa teknologiaulottuvuuksien avulla tutkittiin ja etsittiin tutun ympäristön ja tuttujen materiaalien ominaisuuksia muun muassa luokkahuoneesta. Tutkiminen tapahtui pääasiassa leikin, keskustelun ja

rakenteiden tai muodon tarkastelun kautta, mutta ulottuvuuksia sivuttiin myös tarinallisuudessa.

Prosessin tiedonetsintävaiheessa oli eniten Toiminnan ulottuvuuden elementtejä. Erityisesti leikillisyyttä tukevan rakenteiden tutkimisen aikana. Toiminnan ja muodon ulottuvuus toteutuivat myös usein samanaikaisesti kolmen minuutin aikavälin aikana. Nämä kolmen minuutin aikavälit pitivät sisällään keskustelemaa teknologisten elementtien pohtimista, reflektointia keskustelua tai tarinallisuutta. Tiedon etsintävaiheen loppuosa keskittyi yksittäisen tekniikan harjoitteluun, jolloin tekniikan ja materiaalin ulottuvuus oli aktiivisena. Älyn tai viestinnän ja dokumentoinnin ulottuvuutta tiedonetsintävaiheessa ei esiintynyt näkyvästi.

Taulukko 6. Teknologialuottuvuudet teknologiakasvatusprojektin tiedonetsintävaiheessa

	Sanallien toiminta	Kehollinen toiminta	Teknologialuottuvuus
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play		Toiminta
	Evaluation		
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Seeking knowledge with play	Mechanicaexperimenting	Muoto
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Evaluation		Muoto
	Describing		Toiminta
4.2.2021_3. jakso Lasipurkin kansi	Evaluation		Muoto
	Describing		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge with story		Muoto
			Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge with play		Muoto
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge with play		Muoto
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Toiminta
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.2.2021_4. jakso Muodot		Mechanicaexperimenting	Tekniikat ja materiaalit

Taulukossa 7. kuvataan teknologiakasvatusprojektin keskivaiheessa eli suunnittelu ja toteutusvaiheessa esiintyneet teknologialuottuvuudet suhteessa koodattuun toimintaan. Teknologikasvatusprojektin keskivaiheessa teknologialuottuvuudet olivat mukana tiedon etsinnässä ja kartuttamisessa leikillä ja keskustelulla, suunnittelussa, muodon hahmottamisessa ja tuotteen



rakentamisessa. Keskeinen teknologiaulottuvuuksien rooli oli liikkuvan koneen suunnittelussa ja muodon hahmottamisessa.

Prosessin suunnittelu ja toteutusvaiheen puoleen väliin asti esiintyi eniten muodon ulottuvuuden sisältöjä. Muodon ulottuvuuden kanssa yhtä aikaa esiintyi toistuvasti tekniikan ja materiaalin ulottuvuus. Noin puolesta välistä alkaen Tekniikan ja materiaalin ulottuvuus, sekä Toiminnan ulottuvuus esiintyivät vuorostaan toistuvasti samaan aikaan. Suunnittelu ja toteutusvaiheessa aktiivisena oli myös Älyn ulottuvuuden sisältöjä, mutta Viestinnän ja dokumentoinnin ulottuvuutta kokonaisuuden keskivaiheella ei esiintynyt näkyvästi.

Muodon ulottuvuus on ollut aktiivisena koko ideointiprosessin ajan. Muodon ideoinnin hahmottamisessa on hyödynnetty tarinallisuutta ja tutkivaa keskustelua. Muodon ulottuvuuden sisällöistä käsin piirtäminen on valittu suunnittelun työvälineeksi ja ideoiden näkyväksi tekemisen keinoksi yhteisen keskustelun ohella. Suunnittelussa on panostettu myös muodon teknisen suunnittelun vaiheeseen pohtimalla rakenteellisia elementtejä. Tekniikat ja materiaalit ovat tukeneet suunnitteluvaihetta muodon mallintamisessa ja alustavien rakenteiden muodostamisessa. Tässä teknologiakasvatusprojektissa keskityttiin tuotteissa hyödynnettävän älyn rooliin ja rakentumiseen alkeisohjelmoinnilla ja luovalla ajattelulla. Suunnittelun ja toteutusvaiheen kertoihin kuului oman liikkeen leikillinen kuvakepohjainen alkeisohjelmointi eli liikkeen tuottaminen tiettyjen kuvakoodien perusteella. Tällä pohjustettiin pienryhmien koneiden mahdollisia mielikuvituksellisia älyllisiä ominaisuuksia. Lähes koko loppuosa suunnittelu ja toteutusvaiheesta koostui koneiden lopullisten rakenteellisten ja materiaalisten ratkaisujen työstämisessä ja kehittämisessä, jolloin toiminnan sekä tekniikan ja materiaalin ulottuvuus oli läsnä.

Taulukko 7. Teknologiaulottuvuudet teknologiakasvatusprojektin suunnittelu ja toteutusvaiheessa

Teknologiaprojektin keskiosa	Sanallien toiminta	Kehollinen toiminta	Teknologiaulottuvuus
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Seeking knowledge with story		Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Seeking knowledge with story		Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
			Toiminta
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Seeking knowledge		Muoto
	Discussion		Tekniikat ja materiaalit
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Ideation	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Ideation	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Ideation	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Redefining idea	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Redefining idea	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Redefining idea	Drawing/sketching	Muoto
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Ideation		Muoto
	Discussion about manufacturing		
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Ideation		Muoto
	Discussion about manufacturing		
18.2.2021_5. jakso suunnittele koneesi	Evaluation		Muoto
	Describing		
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit		Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation		Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit		Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Discussion about manufacturing		Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Ideation	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit		Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Discussion about manufacturing	Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit		Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit		Modelmaking	Muoto
			Tekniikat ja materiaalit
25.2.2021_6. jakso Tulevaisuuden ammatit	Discussion about manufacturing	Evaluation	Muoto
			Toiminta
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with story		Aly
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with story		Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with play		Aly
	Discussion		
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with play		Aly
	Discussion		
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with play		Aly
	Discussion		
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Seeking knowledge with play		Aly
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Discussion about manufacturing		Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Discussion about manufacturing		Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Constructing final version	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Constructing final version	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Constructing final version	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Constructing final version	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Mechanical experimenting	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Redefining idea	Mechanical experimenting	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Mechanical experimenting	Toiminta
			Tekniikat ja materiaalit
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu	Describing		Toiminta
	Discussion about manufacturing		
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Mechanical experimenting	Toiminta
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
			Toiminta
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
			Toiminta
4.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Toiminta
		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit

Taulukossa 8. kuvataan teknologiakasvatusprojektin loppuunsaattamisvaiheessa esiintyneet teknologiaulottuvuudet suhteessa koodattuun toimintaan. Teknologiakasvatusprojektin loppuunsaattamisvaiheessa teknologiaulottuvuuksia hyödynnettiin tuotteen valmistamisen viimeistelyssä ja valmiiden tuotteiden esittelymateriaalin valmistamisessa. Teknologiaulottuvuuksista hyödynnettiin eniten tekniikan ja materiaalin ulottuvuutta, sekä viestinnän ja dokumentaation ulottuvuutta.

Viestinnän ja dokumentaation ulottuvuus esitti tärkeää roolia projektin loppuunsaattamisessa, jolloin laadittiin esitysmateriaalia valmiista tuotteesta. Esitysmateriaali luotiin prosessin näkyväksi tekemistä varten. Dokumentointi työskentelyn osana oli kontekstina oppilaille uutta, joten työvälineenä hyödynnettiin käsin kirjaamista. Opettajan ohjausta vaadittiin sisällön luomisessa paljon.

Taulukko 8. Teknologiaulottuvuudet teknologiakasvatusprojektin loppuunsaattamisvaiheessa

Teknologiaprojektin loppuosa	Sanallien toiminta	Kehollinen toiminta	Teknologiaulottuvuus
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Tekniikat ja materiaalit
		Material experimentation	
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Toiminta
		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Toiminta
		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Constructing final version	Toiminta
		Mechanical experimenting	Tekniikat ja materiaalit
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
11.3.2021_7. jakso kone valmistuu		Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
25.3.2021 Gaala	Describing	Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
25.3.2021 Gaala	Evaluation	Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio
25.3.2021 Gaala	Evaluation	Making presentation material	Viestintä ja dokumentaatio

## 7 Luotettavuus

Tutkimuksen toteutettiin poikkeusolosuhteissa vallitsevan koronapandemian vuoksi. Poikkeustila vaikutti tutkimustilanteen kulkuun ja aineistonkeruuseen kielteisellä tavalla. Kaikkia tutkimuksen aineistonkeruu kertoja ei ollut mahdollista pitää ennalta suunnitellulla tavalla. Tämä vähensi tapahtumarikasta videomateriaalia teknologiakasvatusprojektin alkuvaiheesta. Alkukertojen aineiston keruun puutteellisuutta kuitenkin tasapainotti aineiston monipuolisuus loppuprojektin ajalta. Tämä edesauttoi kokonaiskuvan luomista vajeudesta huolimatta. Poikkeustila ei kuitenkaan vaikuttanut osallistuneiden oppilaiden opiskeluun tai suoriutumiseen tutkimuksen aikana, joka edesauttoi omalta osaltaan laadukkaan materiaalin saamista. Kokonaisuus säilyi eheänä.

Tutkimuksen aineiston keruu ja analysointi tulee pyrkiä pitämään mahdollisimman läpinäkyvänä ja puolueettomana koko tutkimusprosessin ajan. Tutkijan on määriteltävä kuinka paljon hän luottaa itseensä tutkijana. Tutkijan on esitettävä analyysinsä toisille niin, että he voivat tarkistaa ja vahvistaa analyysin tulokset yksinkin. (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 153.) Tutkijan pyrin toistuvasti miettimään toteuttamiani ratkaisuja, niiden kattavuutta sekä työskentelyn oikeellisuutta, jotta läpinäkyvyys olisi mahdollista (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 151). Pitääkseni huolta työskentelyni oikeellisuudesta pyrin huomioimaan puolueettomuusnäkökulman tutkittavaa ilmiötä kohtaan. Omien käsitysteni sivuun siirtämiseksi, pyrin omaamaan tieteellisen asenteen tutkittavia, aineistoa ja sen analysointia kohtaan. (Hannila & Kynnäs, 2008, 8.) Tutkijalle omien käsitysten syrjään siirtämisen hankaluus on hyvin yleistä laadullista tutkimusta tehdessä (Tuomi & Sarajärvi, 2009, 36).

Tutkimuksen aikana kerätty aineisto on laaja ja yksityiskohtainen. Aineiston analyysiin tulee moniulotteisuuden selkiyttämiseksi olla mahdollisimman tarkka ja huolellinen. Moniulotteisen videoaineiston analysoinnissa tulee kiinnittää huomiota tulkintojen ja johtopäätösten todenmukaisuuteen mahdollistamiseen perusteellisella analysoinnilla ja sen toistamisella useaan kertaan. Huolellisen analysoinnin ansiosta pelkistetyt tulokset vastaavat alkuperäistä sisältöään. (Tuomi & Sarajärvi, 2018, 154.)

Laadullisessa tutkimuksessa ei määrällisen tutkimuksen lailla ole mahdollisuutta tilastollisiin yleistyksiin. Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta vähentää tutkimustilanteen elävä luonne, tutkimustilanteen yksilöllisyys ja osallistujien yksilöllisyys, sekä rajallinen määrä. Osallistujien väliset erot eivät tämän seurauksena voi olla tilastollisesti merkittäviä. (Alasuutari 2011, 38–39.)

## 8 Pohdintaa

Tämän Pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää alkuopetuksen luovan teknologiakasvatuksen luonnetta ja teknologiaulottuvuuksien toteutumista luovan toiminnan välineenä. Tutkimus toteutettiin ensimmäiselle luokalle suunnatun monialaisen Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin aikana. Tavoitteena oli saada yleiskuvaa luovan teknologiakasvatusprojektin näyttäytymisestä ja teknologiaulottuvuuksien ilmenemisestä tutkimuksen kohteena olevan oppilasryhmän kohdalla. Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojekti näyttäytyi sisällöllisesti monipuolisena ja monipuolisesti kehittäväenä, luovaa teknologista toimintaa painottavana kokonaisuutena. Kokonaisuus tukeutui pienille oppilaille ominaiseen mielikuvitusta tukevaan kokemusmaailmaan, joka ylläpiti oppimisen mielekkyyttä ja työskentelyn motivaatiota. Luovaa toimintaa selittävät teknologiaulottuvuudet olivat vahvasti läsnä koko teknologiakasvatusprojektin ajan. Ulottuvuuksien sisällöt vastasivat oppilaiden tieto- ja taitotasoa.

Tämän tutkimuksen tulosten rooli on merkittävä, sillä alkuopetuksen luovaa teknologiakasvatusta ja teknologiaulottuvuuksia ei ole juurikaan aiemmin tutkittu. Luovuuden ja teknologisen tietouden hyödyntäminen on koettu yksinä tärkeimpinä tulevaisuuden taitoina. Ensimmäisillä luokilla aloitettu laaja-alaisen tulevaisuuden taitojen tukeminen tutkitusti edistää tietojen ja taitojen omaksumista myös tulevaisuudessa (Rönkkö ym., 2021). Tämän vuoksi pienten oppilaiden luovuuden tukeminen kokonaisvaltaisesti oppimisessa on tärkeää (esim. Vygotsky, 2004). Erityisesti teknologiakasvatuksessa luovan teknologisen toiminnan tukeminen mahdollistaa teknologian luovaa hyödyntämistä myös aikuisena (McDonald & Howell, 2012). Tämä edistää ja mahdollistaa teknologisen tulevaisuuden kehittymisen yhteiskuntaa tukevaan suuntaan.

Tämä toimii! -kokonaisuus keskittyi luovuuden hyödyntämiseen ja tuttujen arkisten asioiden soveltamiseen luovan toiminnan välineenä. Tuttuun ympäristöön ja materiaaleihin tutustuttiin uusin silmin. Aikaisemmin pelkkänä pulpettina nähty esine havaittiin ihmisen luomana teknologiana, joka koostui erilaisista muodoista, materiaaleista, mekaanisista ratkaisuista ja rakenteista.

Kierrätysmateriaaleja hyödynnettiin toiminnassa, jossa niitä ei aikaisemmin ollut hyödynnetty. Tutun asian tutkiminen uusin silmin ja uusien ominaisuuksien havaitseminen edisti tapauksen kohdalla luovaa toimintaa ja luovaa ajattelukykyä. Tuttuja arkipäivän materiaaleja hyödynnettiin myös luovan teknologisen tuotteen rakentamisessa. Tämä tarkoitti, että teknologiakasvatusprojektin materiaalit ja välineet olivat melko rajattuja. Tämä ei kuitenkaan estänyt monipuolisten tuotteiden syntyä. Niukka välineiden ja materiaalin tarjonta mahdollisti oppilaiden kokeilemista ja luovaa ideointia. Oppilaat pääsivät harjoittamaan luovuuttaan uudella tavalla.

Tämä toimii! -teknologiakasvatuskokonaisuudessa hyödynnettiin monipuolisesti Korhonen & Kangas (2020) avaamia teknologiaulottuvuuksia. Kaikki kuusi teknologiaulottuvuutta; Muoto, Toiminta, Äly, Tekniikat ja materiaalit, sekä Viestintä ja dokumentaatio olivat läsnä kokonaisuuden tiedonetsintävaiheessa, suunnittelu ja toteutusvaiheessa, sekä loppuunsaattamisvaiheessa. Räsymattoanalyysin pohjalta hahmottui teknologiaulottuvuuksien ilmeneminen eri teknologiakasvatusprojektin vaiheissa. Tutkimuksen tulosten taulukot havainnollistivat ulottuvuuksien toistuvuutta ja päällekkäisyyttä eri prosessin toiminnoissa ja vaiheissa. Taulukoista myös ilmeni minkä toiminnan kohdalla ulottuvuuksissa oli päällekkäisyyttä ja milloin ainoastaan yksi ulottuvuus oli aktiivinen. Tavallista oli, että kaksi ulottuvuutta esiintyi samanaikaisesti. Toiminnan ulottuvuutta oli yleisesti katsottuna eniten koko prosessin aikana ja älyn sekä viestinnän ja dokumentoinnin ulottuvuutta esiintyi vähiten.

Tiedonetsintävaiheessa aktiivisena oli eniten toiminnan ja muodon ulottuvuudet. Oppilaat pääsivät avartamaan tietouttaan monipuolisesti teknologiaa kohtaan ja hyödyntämään tutkivaa otetta oppimisessa. Yrjönsuuri ym. (2019) mukaisesti teknologiakasvatukselle ominainen STEAM pohjainen sisältö edesauttoi monipuolista tutkimista. Suunnittelun ja toteutuksen vaiheessa aktiivisimpina ulottuvuuksina oli muoto, toiminta, sekä tekniikat ja materiaalit. Muodon ulottuvuuteen liittyvässä suunnittelussa hyödynnetty käsin piirtäminen oli joillekin oppilaille haastavin elementti kokonaisuuden aikana. Piirtämistä oli vaikea sisäistää suunnittelun välineeksi, sillä piirtäminen toimi lapsilla tavallisesti ajanvietteenä, merkityksettömänä prosessina (Wood & Hall, 2011, 270). Tämä

havainto kertoi myös, ettei älylaitteita tai teknologisia sovelluksia ollut suositeltavaa ottaa suunnitteluun mukaan ennen kuin suunnitelman tarkoitus on sisäistetty. Pienemmillä oppilailla käsin piirtäminen tai jokin muu yksinkertainen suunnittelutapa kuten esimerkiksi suunnitelmista keskusteleminen, uudesta perspektiivistä katsominen tai kolmiulotteinen muovailu voi olla tuottoisin alku suunnittelulle (Korhonen ym., 2020). Suunnittelun ja toteutuksen vaiheen yhteydessä oppilaat oppivat soveltamaan tiedon etsimisvaiheessa opittuja teknologisia taitojaan osaksi uutta teknologista toimintaa (Rönkkö ym., 2021). Tämä tarkoittaa, että oppilaat oppivat ratkaisemaan ongelmia luovasti teknologian avulla (Opetushallitus, 2014). Viimeisessä projektin loppuunsaattamisvaiheessa teknologiaulottuvuuksista tärkeimpänä ulottuvuutena esiintyi viestinnän ja dokumentaation ulottuvuus, jonka rooli keskittyi tähän loppuunsaattamisvaiheeseen. Tämä ulottuvuus oli tärkeässä roolissa projektin näkyväksi tekemisen mahdollistamiseksi, jolloin oppilaat toteuttivat esitysmateriaalia pienryhmissä muulle ryhmälle.

Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojektin tiedonetsintävaihe, suunnittelu ja toteutusvaihe sekä loppuunsaattamisvaihe kietoutuivat yhteen. Tuotteen ideointia, suunnittelua ja koko valmistusprojektia määrittävät alussa asetetut tavoitteet ja vaatimukset tuotteelle. Rakentamisen edetessä nämä tavoitteet ja vaatimukset kuitenkin muuttuivat perusteellisesta suunnittelusta huolimatta. Suunnittelun ja toteutusvaiheen raja säilyi häilyvänä ja mielikuvitus muokkasi tuotteita valmistusprosessin aikana. Vaiheiden sekoittuminen ei haitannut, sillä pienten oppilaiden teknologiakasvatusprojekteissa uuden oivaltaminen ja omien taitojen kehittäminen on tärkeämpää kuin lopputuotoksen eheys. Pienillä oppilailla tutun materiaalin käyttäminen uudella tavalla on ensimmäinen askel uuden oivaltamiseen ja itsensä kehittämiseen (Korhonen & Kangas, 2020). Korhonen & Kangas (2020) mukaan pienille oppilaille vaiheiden sekoittuminen ja suunnitelman eläminen on tavallista. Mitä pienempiä oppilaat ovat, sitä enemmän suunnitelma kehittyy vielä toteutusvaiheen edetessä, mahdollisesti vielä loppurefleksionkin aikana.

Pienten oppilaiden kanssa voi ajatella olevan hankalaa tuottaa moniulotteisia kokonaisuuksia, sillä koulu oppimisen kenttänä on kokonaisuudessaan uutta.



Teknologiakasvatukseen syvennyttään vasta myöhemmin ylemmillä luokka-asteilla ja pitkäkestoiset ryhmätyötä sisältävät kokonaisuudet jätetään myöhemmäksi. Tämä toimii! – teknologiakasvatuksen kokonaisuus osoitti moniulotteisen yhteistyötaitoja vaativan kokonaisuuden olevan hedelmällinen pienten oppilaiden tulevaisuuden taitojen edistäjä, jos sisällöt on pohdittu tarkasti ennalta. Rönkkö ym.(2021) sanoin pienten oppilaiden kohdalla teknologisten prosessien oivaltaminen vaatii opettajalta huolellista suunnittelua pedagogisten työvälineiden valinnassa. Valittujen opetusmenetelmien tulee tukea oppilaita kehittäviä tavoitteita, pitkäjänteistä toimintaa ja prosessin kokonaisvaltaista luonnetta. Tämä toimii! -kokonaisuus mahdollisti pienten oppilaiden pedagogiikkaa tukevan kokonaisuuden, mutta antoi myös mahdollisuuksia opettajan omaan ryhmäkohtaiseen soveltamiseen ja tehtävien räätälöimiseen.

Oppilaat toimivat kokonaisuuteen keskittyvien tuntien aikana motivoituneesti, innostuneesti ja oivaltavasti. Tunneilla ei tuntunut olevan yhtäkään tylsää hetkeä. Laaja luovuuden hyödyntäminen edesauttoi pienten oppilaiden tiedon omaksumista ja uuden ymmärtämistä (Vygotsky, 2004), mikä mahdollisti mielekästä teknologiakasvatusta. Toiminnan sitouttaminen arkeen ja aikaisemmin koettuun edisti omalta osaltaan tuntien sujuvuutta (Cremin ym., 2015). Energiaa ei mennyt uuden opetteluun, sen sijaan oppilas sai keskittyä uuden oivaltamiseen ja ideoimiseen.

Tämä toimii! -kokonaisuuden aikana ensimmäisen luokan oppilaat pääsivät tutkimaan tiedettä, materiaaleja ja rakenteita, valmistusprosessin ja tuotteiden taustoja, luomaan luovaa suunnittelua ja tekemistä, sekä toteuttamaan ongelmanratkaisua eri teemojen kautta. Tämä toimii! -kokonaisuus piti sisällään laajasti erilaista luovaa teknologista toimintaa ja teknologista tietoutta opettavaa ja kehittävää toimintaa, mutta myös opetti kasvamaan ihmisenä ja ryhmän jäsenenä. Oppilaiden luovuuden ja mielikuvituksen tukeminen edisti oppilaiden persoonallisuuden kehittymistä ja edesauttoi oppimista (Lahtinen, 2017, 27). Edellä mainitut sisällöt ovat tärkeitä alkuopetukselle asetettuja opetuksen tavoitesisältöjä (Kangas ym., arvioitavana; Opetushallitus 2014). Tuloksien perusteella voin todeta luovan oppimisen ja teknologiakasvatuksen yhdessä

tukeneen kokonaisvaltaisesti alkuopetukselle asettuja tavoitteita (Cremin ym., 2015).

## **Lähteet**

Ash, D. (2007). Using video data to capture discontinuous science meaning making in non-school settings. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. J. Derry (Eds.), Video research in the learning sciences (pp. 207–226). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino.

Cremin, Teresa; Glauert, Esme; Craft, Anna; Compton, Ashley and Styliandou, Fani (2015). Creative little scientists: exploring pedagogical synergies between inquiry-based and creative approaches in Early Years science. Education 3-13, 43(4) pp. 404–419.

Co4Lab verkkosivusto (2019). Helsingin yliopisto. Viitattu 5.6.2021.  
<http://co4lab.helsinki.fi/>

Derry, S. J. (Ed.) (2007). Guidelines for video research in education. Recommendations from an expert panel. <http://drdc.uchicago.edu/what/video-research.html>

De Vries, M. (Ed.) (2018) Handbook of Technology Education.

Duffy, B. (2006) Supporting creativity and imagination in the early years. Open University Press.

Eskola, J., & Suoranta, J., (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.

Haapala, S., Siitonen, S. (2012) KETÄ KIINNOSTAA? Fenomenologinen tutkimus Ohjauksen opiskelijoiden ohjauskokemuksista. Itä-Suomen yliopisto.

Härkki, T., Seitamaa- Hakkarainen, P. and Hakkarainen, K. (2018) 'Hands on design: comparing the use of sketching and gesturing in collaborative designing', J. Design Research, Vol. 16, No. 1, pp.24–46.

Kangas, K., Sormunen, K., & Korhonen, T. (arvioitavana). Creative learning with technologies in young students' STEAM education. Teoksessa S. Papadakis & M. Kalogiannakis (toim.), STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education –Technology to promote teaching and learning. Springer.

Kananen, J. (2014). Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä: Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Korhonen, T., & Kangas, K. (2020) Keksimisen pedagogiikka. PS-kustannus.

Kokko, S., Kouhia, A. & Kangas, K. (2019) Finnish Craft Education in Turbulence: Conflicting Debates on the Current National Core Curriculum. University of Helsinki, Finland.

Lahtinen, M. (2017) "Saa itte päättää millasen tekee" Kokonainen käsityöprosessi esiopetuksessa. Kasvatustieteiden pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto.

Laamanen, T-K., Seitamaa-Hakkarainen, P. (2014) Constraining an Open-Ended Design Task by Interpreting Sources of Inspiration. Art, design & communication in higher education.

Lindqvist, G. (2003) Vygotsky's theory of creativity. Creativity Research Journal, 15(2–3), 245– 251.

Lonka, K. (2018) Phenomenal learning from finland (1st ed.). Helsinki: Edita.

McDonald, S., Howell, J. (2012). Creative technologies as a conduit for learning in the early years. Australasian Journal of Early Childhood. 37(1) s.136-142

Nuutinen, A., Fernström, P., Kokko, S., Lahti, H. (2014) SUUNNITTELUSTA KÄSIN: Käsityön tutkimuksen ja opetuksen vuoropuhelua. Helsingin yliopisto.

Opetushallitus (2014) Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki.  
Viitattu 17.08.2022.  
[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf)

Opetushallitus (2018) Varhaiskasvatuksen opetussuunnitelman perusteet. Helsinki.  
Viitattu 17.08.2021.  
[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/varhaiskasvatussuunnitelman\\_perusteet.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/varhaiskasvatussuunnitelman_perusteet.pdf)

Paavola, T. (2020) TUNTEIDEN ILMAISUA JA TULKINTAA Sanaton viestintä käsityöntunnilla. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.

Riikonen, S., Seitamaa-Hakkarainen & Hakkarainen, K. (2020) Bringing maker practices to school: tracing discursive and materially mediated aspects of student teams' collaborative making processes. International Journal of Computer Supported Collaborative Learning. Springer.

Rönkkö, M-L., Yliverronen, V., Kangas, K. (2021) Investigative activity in pre-primary technology education—The Power Creatures project. Design and Technology Education: An International Journal.

Saarienen, A., Seitamaa-Hakkarainen, P., Hakkarainen, K. (2021) Long-Term Use of ePortfolios in Craft Education Among Elementary School Students : Reflecting the Level and Type of Craft Learning Activities.

Seitz, H. (2008). The Power of Documentation in the Early Childhood Classroom. YC Young Children. Washington. 63(2), 88-93.

Stylianidou, F., Glauert, E., Rossis, D., Compton, A., Cremin, T., Craft, A. and Havu-Nuutinen, S. (2018). Fostering Inquiry and Creativity in Early Years STEM

Education: Policy Recommendations from the Creative Little Scientists Project. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 15.

Sundqvist, P., & Nilsson, T. (2018) Technology education in preschool: providing opportunities for children to use artifacts and to create. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 29–51.

Teknolohiateollisuus (2020) Tämä toimii! -teknologiakasvatusprojekti ekaluokkalaisille. Helsinki.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009) *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi (Uudistettu laitos.)*. Helsinki: Tammi.

Valli, R., & Aarnos, E. (2018) *Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, metodin valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Vygotsky, L. (1978) *Mind and society. The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Vygotsky, L. (2004) Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42(1), 7–97.

Wood, E., & Hall, E. (2011). Drawings as spaces for intellectual play. *International Journal of Early Years Education*, 19(3), 267–281.

Xu, L., Aranda, G., Widjaja, W., & Clarke, D. (2019). *Video-based research in education. Cross-disciplinary perspectives*. New York: Routledge.

Yrjönsuuri, V., Kangas, K., Hakkarainen, K., Seitamaa-Hakkarainen, P. (2019) University of Helsinki, Finland

Yliverronen, V., Rönkkö, M.-L., & Kangas, K. (2021) Learning everyday technologies through playful experimenting and cooperative making in pre-primary education.

Yliverronen, V., Marjanen, P., & Seitamaa-Hakkarainen, P. (2018). Peer collaboration of six-year-olds when undertaking a design task. *Design and Technology Education: An International Journal*, 23(2), 1–23.

